abd-alilah a. abu ghanem

General GEOLOGY

الجيولوجيا العامة

الجزء النظري

أ.د. عبدالإله أحمد أبو غانم
أستاذ مسح وتصنيف الأراضي
كلية الزراعة - جامعة صنعاء

المعتز



بسم الله الرحمن الرحيم

الجيولوجيا العامة

GENERAL GEOLOGY

* الجيولوجيا العامة
* الأستاذ الدكتور: عبد الأله ابو غانم

الطبعة الأولى ٢٠٠٧

منشورات:

المعتز للنشر والتوزيع
المملكة الاردنية الهاشمية
عمان - شارع الملك حسين مجمع الفحيص التجاري
هاتف: 4657551 6 962+ فاكس: 4657552 6 962+
ص.ب: 184034 عمان 11118 الأردن
E-mail:daralmuotaz @yahoo.coom



المملكة الاردنية الهاشمية
عمان - شارع الملك حسين - مجمع الفحيص التجاري
تلفاكس: ٠٠٩٦٢٦٤٦٤٧٥٥٠
خلوي: ٠٠٩٦٢٧٩٥٢٦٥٧٦٧
ص ب: ٧١٢٧٧٣ عمان ١١١٧١ - الأردن
E-mail:dardjlah@yahoo.com

رقم الايداع لدى دائرة المكتبة الوطنية ٢٠٠٥/١٢/٢٨٤٢
* رقم الإجازة المتسلسل لدى دائرة المطبوعات والنشر ٢٠٠٦/٦/١٥٤٠

الجيولوجيا العامة

الجزء النظري

GENERAL GEOLOGY

تأليف

الأستاذ الدكتور

عبدالإله أحمد أبو غانم

أستاذ مسح وتصنيف الأراضي

قسم الأراضي والميكنة

كلية الزراعة - جامعة صنعاء





بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ومن آياته أنك ترى الأرض خاشعة فإذا أنزلنا عليها الماء اهتزت وربت إن الذي أحياها لمحيي الموتى إنه على كل شي قدير﴾

صدق الله العظيم

الإهداء

إلى: من عاش شريفاً ومات عزيزاً إلى من كرس جهده وبذل أقصى ما في وسعه في بناء الأجيال وكان لها أباً ومعلماً ونبراساً يضيء لها الطريق إلى الخير والسعادة والرقي.

إلى: من زرع المحبة والمودة والإخاء في قلوب الآخرين، إلى من أسس أول حركة تعاونية مبادئها التكافل والتعاون والبناء.

إلى: من كان دوماً نصيراً للحق والعدالة ووقف في وجه الظلم وأعوانه، وصار على خطاه الشجعان أمثاله..

إلى: مثلي الأعلى والدي .. الأستاذ: أحمد حميد أبو غانم شهيد الواجب والوطن.

المؤلف

المقدمة

أ.د/عبد العزيز المقالح

عندما نراجع، نحن المشغولين باللغة وآدابها، أبعاد التطور الذي لحق بالعلوم التطبيقية البحتة نكاد نصاب بالذهول للقفزات الهائلة التي تحققت على هذا الصعيد وللنتائج الكبيرة التي يجنيها الإنسان من وراء تطور هذه العلوم التي تعتبر في أغلبها حديثة نسبياً إذ يرجع ظهورها المتقدم إلى أواخر القرن الثامن عشر. ومنها علم الجيولوجيا الذي يعتبر أحد العلوم الأساسية ذات التطبيقات الواسعة في أكثر من مجال كالزراعة والتعدين .. الخ.

وتجدر الإشارة إلى أن العرب في عصور نهضتهم الزاهرة قد أسهموا في اكتشاف أوليات بعض هذه العلوم، وكانوا قد عرفوا الجيولوجيا وقدموا فيها وجهات نظر ما تزال موضع تقدير كما فعل – على سبيل المثال – ابن سيناء (980هـ 1037م) في مؤلفه عن المعادن ووصفها وطريقة استخراجها وكما فعل أيضاً البيروني (973هـ 1048م) في دراساته بالغة الأهمية والخاصة بقياس محيط الأرض وتتبع ظاهرة المد والجزر.

ومع ذلك تبقى المكتبة العربية القديمة والحديثة على السواء فقيرة من الكتب العربية التأليف والمنشأ حول علم الجيولوجيا هذا العلم الوثيق الصلة بالأرض وحتى بعد أن اتسع الاهتمام بالعلوم وشرعت الجامعات العربية في تشجيع البحث العلمي وما تزال العناية بهذا الجانب محدودة والقليل من الكتب الصادرة في هذا المجال تنقصها في معظم الأحيان المنهجية والدقة في استيعاب المصطلحات والعمل على تقريب منهجها للقارئ والقارئ المتخصص أساساً.

والذين قرؤوا هذا الكتاب من الباحثين المتخصصين في هذا المجال، وهم أساتذة مشهود لهم بالكفاءة العلمية وبوضع الدرجات العلمية للترقيات الجامعية يؤكدون أن أبحاثه العلمية تحمل إضافات كثيرة وأن الأستاذ الدكتور / عبد الإله أحمد أبو غانم مؤلف الكتاب قد بذل جهداً طيباً وموفقاً في التعريف بهذا العلم في شمولية ومنهجية عالية.

والدكتور عبد الإله أبو غانم من خلال معرفتي الشخصية بـه مشغوف بالأرض دائم التواصل معها وهو يحرص في المحاضرات التدريسية مع طلابه أن تكون تطبيقية بحتة وأن تعتمد الواقع أكثر من اعتمادها على المعلومات النظرية والمعارف الموجودة في الكتب، ولعل ما ينقصنا في جامعاتنا وفي حياتنا أن نعمل على توثيق الصلة بين النظرية والتطبيق وخاصة في مجال العلوم، لكي نتمكن من اللحاق بالآخرين والاستفادة من العلم الحديث بكل منجزاته الهائلة.

أشكر الدكتور/ عبد الإله أبو غانم على هذا الجهد المتميز الذي يتجلى في هذه الباكورة العلمية الأكاديمية متمنياً له وكلية الزراعة التوفيق والنجاح، والله من وراء القصد..

كلية الآداب – جامعة صنعاء

في 1998/6/19م

المحتويات

الباب الأول
علم الجيولوجيا، تطوره وأهميته

علم الجيولوجيا:

هو ذلك العلم الذي يتناول دراسة مكونات القشرة الأرضية وتضاريس سطحها والتراكيب الجيولوجية المكونة للأرض والعوامل والمؤثرات في تكوين سطح الأرض.

تطور تاريخ علم الجيولوجيا:

بدا الإنسان منذ القدم في التفكير حول طبيعة وتكوين الكوكب الأرضي وأهم الصخور والمعادن وذلك لتلبية متطلباته للبناء وصناعة وسائل الإنتاج.

وأول من عرف كروية الأرض هم الإغريق من 280-332 ق.م أما العرب فقد اهتموا بدراسة الجيولوجيا بعد الإسلام ومنهم ابن سيناء (980هـ-1037م) حيث كتب مؤلفاً عن المعادن ووصفها. وكذلك البيروني (973-1048م) الذي قام بدراسات عن قياس محيط الأرض وسجل ظاهرة المد والجزر.

غير أن الجيولوجيا كعلم غير كلاسيكي ظهر في أواخر القرن الثامن عشر حيث قدم العالم الإنجليزي جيمس هاتون (James Hutton) ونظريته الشهيرة في علم الأرض حيث أشار إلى أن هناك عمليات هدم وبناء وتعتبر مستمرة ومتشابهة في الماضي والحاضر وبالتالي تقدم بنظريته القائلة أن الحاضر هو مفتاح الماضي وتبعه عدد من العلماء ليضيفوا معلومات جديدة وقيمة لمراحل الدراسات الجيولوجية المختلفة.

وكوننا زراعيين فسنركز دراستنا علـى الأنـواع الرئيـسية للـصخور والأنواع المختلفة من المعادن الهامة في الزراعة إضافة إلى معرفة العمليـات الجيولوجية الداخلية والخارجية والتي تؤثر في تضاريس سطح الأرض وتكوين الرسوبيات التي تتكون منها التربة الزراعية بعد تأثير عوامل وعمليات تكـوين التربة على هذه الرسوبيات.

الأحقاب الجيولوجية

هناك أربعة أحقاب رئيسية هي:

- الحقب الأول (Paleozoic) أي حقب الحياة القديمة.
- الحقب الثاني (Meisozoic) أي حقب الحياة الوسطى.
- الحقب الثالث (Tertiary).
- الحقب الرابع (Quaternary).

ويسمى الحقب الثالث والرابع بالحقب (Cainozoic) أي حقـب الحيـاة الحديثة ويتميز بالحفريات وليس له مكان معين كما أن كل حقب ممكن تقـسيمه إلى عدة أنظمة انظر الجدول (1-1).

وتعتبر دراسة الأحقاب الجيولوجية مهمة فـي معرفـة تـاريخ الأرض، والاستدلال التقريبي على نوعية وعمر الصخور.

هذا وتقسم الأحقاب الجيولوجية إلى أدوار وعصور على نفـس الأسـس التي يقوم عليها تقسيم الزمن الجيولوجي العام إلى أحقاب. ويرى بعض العلماء

أن الحياة بدأت على الأرض منذ 302 مليون عام، بينما أقدم الصخور عمرهـا 3800 مليون عام وهي صخور جرانيتية متداخلة في صخور قاعدية.

	الأحقاب	النظام	عام التعرف عليه	العالم الذي عرفه	جنسه	المكان الذي عرف فيه النظام أول مرة	أساس تسميته
	الرابع	البليستوسين Pleistocene	١٩٢٩	ليل Lyell	بريطاني	نظام معروف بالحرفيات ليس له مكان	من مقطعين أغريقيين معناهما الحديث جدا
		البليوسين Pliocene	١٨٢٢	ليل Lyell	بريطاني	نظام معروف بالحرفيات ليس له مكان	من مقطعين اغريقيين معناهما الأكثر حداثة
حقب الحياة الحديثة		البليوسين Pliocene	١٨٢٢	ليل Lyell	بريطاني	نظام معروف بالحرفيات ليس له مكان	من مقطعين اغريقيين معناهما متوسط الحداثة
	الثالث	الأوليجوسين Oligocene	١٨٥٤	بايريش Beyrich	ألماني	نظام معروف بالحرفيات ليس له مكان	من مقطعين اغريقيين معناهما الحديث قليلا
		الأيوسين Eocene	١٨٢٢	ليل Lyell	بريطاني	نظام معروف بالحرفيات ليس له مكان	من مقطعين اغريقيين معناهما أقدم الأزمنة الحديثة
		الباليوسين Paleocene	١٨٧٤	شيمبر Schimper	ألماني	نظام معروف بالحرفيات ليس له مكان	على اسم الطباشير باللاتينية creta الذي يكون جزءا كبيرا من صخور هذا النظام في فرنسا
		الطباشيري Cretaceous	١٨٢٢	دهالوي Dhalloy	بلجيكي	في حوض باريس بفرنسا	على اسم جبال الجورا
حقب الحياة الوسطى	الثاني	الجوراسي Jurassic	١٧٩٥	فون هومبلت Von Humbodt	ألماني	جبال الجورا على الحدود الفرنسية	لأن طبقات هذا النظام تقسم إلى ثلاث وحدات
		الترياسي Triassic	١٨٢٤	فون البرتي Von Alberti	ألماني	في ألمانيا	على اسم مدينة برم Perm في روسيا
		البرمي Permian	١٨٤١	مورشيزون Murchison	بريطاني	في روسيا	بالنسبة إلى الفرنسية charbon حيث توجد خامات الفحم في طبقات هذا النظام
		الكربوني Carboniferous	١٨٢٢	كونيبير وفيليبس conybear and philips	بريطانيان	في إنجلترا	على اسم مقاطعة الديفونشير
		الديفوني Devonian	١٨٣٩	سجدويك ومورشيزن Sedgwie & Murchison	بريطانيان	في مقاطعة الديفونشير في انجلترا	اسم قبيلة قديمة كانت تعيش في ويلز أثناء الاحتلال الروماني
حقب الحياة القديمة	الأول	السيلوري Silurian	١٨٣٥	سجدويك ومورشيزن Sedgwie & Murchison	بريطانيان	في مقاطعة ويلز Wales في انجلترا	اسم قبيلة قديمة كانت تعيش في ويلز أثناء الاحتلال الروماني
		الأردوفيسي Ordovicean.	١٨٧٩	لابوورث Lapworth	بريطاني	في مقاطعة ويلز Wales في انجلترا	اسم قبيلة قديمة كانت تعيش في ويلز أثناء الاحتلال الروماني
		الكمبري Cambrian	١٨٣٥	سجدويك ومورشيزن Sedgwie & Murchison	بريطانيان	في مقاطعة ويلز Wales في انجلترا	اسم قبيلة قديمة كانت تعيش في ويلز أثناء الاحتلال الروماني
حقب ما قبل الكمبري Precambrian							

جدول (1-1) : الأحقاب الجيولوجية أنواعها وتقسيماتها

أهمية علم الجيولوجيا في المجال الزراعي:

كون علم الجيولوجيا يتناول دراسة الصخور وأنواعها وتركيبها المعدني وكون التربة أساساً تتكون من معادن تلك الصخور بعد تجويتها وتحولها وتأثير

عمليات وعوامل تكوين التربة عليها تتحول تلك المعادن الأولية إلــى معــادن ثانوية يستطيع النبات أخذ العناصر الغذائية لنموه منها، لذلك كان من الضروري على أخصائي الزراعة أن يتناول في دراسته على الأقل تلك الجوانب الهامة من علم الجيولوجيا والتي سنركز عليها في مقررنا هذا. وذلــك كــون العمليــات الجيولوجية الخارجية (التجوية – التعرية – النقل – الترسيب) تلعب دوراً هاماً في تكوين ما يعرف بالمواد الرسوبية، والتي تتكون منها التربة بعد تأثير عوامل وعمليات التربة على المواد الرسوبية، وتعتبر المواد الرسوبية التربة في الزمن صفر.

كما تساعد الدراسة الجيولوجية الأخــصائيين الــزراعيين فــي معرفــة التركيب المعدني لمادة الأصل التي تتكون عليها التربة المختلفة، وبذلك يمكــن التكهن عن خواص الخصوبة للترب من خلال معرفة التركيب المعــدني الــذي يعطينا معلومات هامة حول نوع المعادن المتكونة وكمياتها ودرجــة تجويتهــا، ولذا فإن دراسة الجيولوجيا مهمة وخاصة للمعلومات المرتبطة بعمليات التجوية والتعرية والترسيب.

الباب الثاني
مكونات القشرة الأرضية

يتكون سطح القشرة الأرضية من مـواد معدنيـة أو عـضوية صـلبة غيرمتفككة والتي تكون مايعرف بالصخور أي أن الصخر عبارة عن مادة صلبة يتكون جيولوجيا من معدن أو أكثر، وعند حدوث تجوية داخلية لمكونات الصخر قد تنفرد منها معادن مختلفة حسب التكوين المعدني للصخر، وإذا حدثت تجوية كيميائية شديدة للصخر فتتحول بعض المعادن الأولية المكونة للصخر إلى معادن ثانوية بينما تظل المعادن الأكثر مقاومة للتجوية في صورتها الأولى أي تظـل في شكل معدن أولية ولكنها تفككها يتكون مايعرف بالرسوبيات.

والمعدن هو عبارة عن مادة معدنية أو عضوية صلبة (معادن أولية) أو مفككة وحدث لها تحول (معادن ثانوية) وتتكون من عنصر كيميائي أو أكثـر)، وسنتناول المعادن بالتفصيل بعد دراسة أنواع الصخور الرئيسية وطريقة تكوينها وخواصها.

أولاً: أنواع الصخور الرئيسية.

الصخر هو عبارة عن مادة معدنية أو عضوية صلبة تكونت جيولوجيـاً من معدنين أو أكثر وأحياناً من معدن واحد مثل الرخام المتكون من الكالـسيت والكوارتزايت المتكون من معدن الكوارتز ولقد نشأت (تكونت) جميـع أنـواع الصخور المختلفة من صهير الماجما المنبثق من جوف الكرة الأرضية ونتيجـة لاختلاف تأثير العوامل التكوينية للصخور (ضغط – حرارة – تجوية – تبلور – ترسيب – تصلب – تحول) تكونت عدة أنواع مختلفة من الصخور (أنظر دورة

الصخور شكل(2-1)) ولكنها من حيث النشأة تتكون ثلاث أنواع رئيسية مــن الصخور.

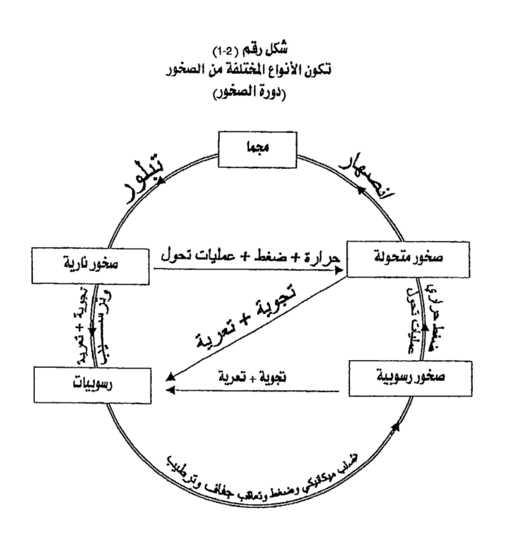
لذا نجد أنه من حيث النشأة قسمت الصخور إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهي الصخور النارية، والصخور المتحولة، والصخور الرسوبية، وتقسم كل مجموعة إلى تحت مجموعات استناداً إلى الاختلاف في النشأة أو نوع العوامل المؤثرة أو حسب التركيب المعدني والبلوري في التكوين أنظر شكل 2-2).

1. الصخور النارية: (البركانية) "Igneom rock"

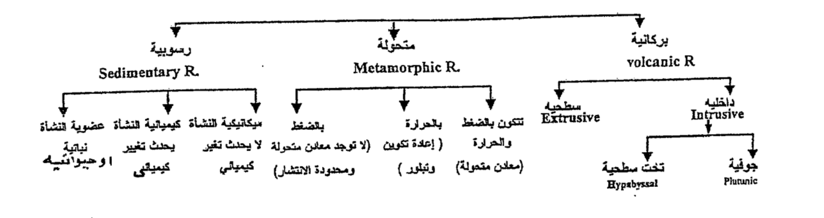
الصخور النارية هي تلك الصخور التي تكونت من تصلب وتبلور صهير الماجما المنبثق من باطن الأرض على سطح الأرض أو جوفها أو تحت ســطح الأرض (أنظر الشكل 2-3) لذا فإنه من حيث النشأة تصنف الصخور الناريـــة إلى ثلاثة أنواع هي:-

صخور نارية سطحية "Extrusive"

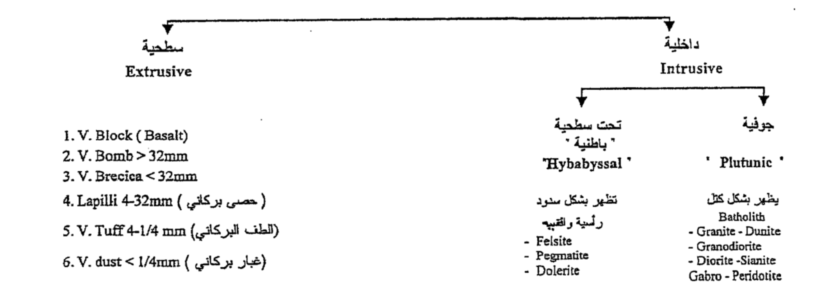
شكل رقم (2-1)
تكون الأنواع المختلفة من الصخور
(دورة الصخور)



(شكل ٢-٢) : تصنيف الصخور الرئيسية



(شكل ٢-٣) :تصنيف الصخور البركانية



- صـــخور ناريـــة تحـــت ســـطحية (الوســـيطة) (Hybabyssal) "Intrusive Ign. Rock"
- صخور نارية جوفية "Plutonic Ign. Rock"

أ) الصخور الناري السطحية "Extrusive Igneus R."

الصخور النارية السطحية هي تلك الصخور النارية التي تكونت تقريبـــاً على سطح الكرة الأرضية وتتميز ببلورات صغيرة نتيجة التبريد السريع لصهير الماجما بسبب وجود اختلاف كبير بين درجة حرارة الماجما ودرجـــة حـــرارة الجو وقد يحدث أحياناً عند انبثاق الماجما على السطح خروج بلـــورات ســـبق تبلورها سابقاً وعندما يبرد على السطح تتكون هذه البلورات في صهير الماجما وعددها يكون قليل (أي البلورات) ولذا تظهر على هيئة بلورات مدفونة في جسم غير متبلور ويسمى نسيج الصخر في هذه الحالة بـــورفيري "Porphyritic" بينما نسيج الـــصخر النـــاري الكامـــل المتبلـــور بـــ "Holocry Staline Structure".

ومن أكثر الصخور النارية السطحية شـــيوعاً هـــي صـــخور البازلـــت "Basalt" ويمكن تقسيم الصخور النارية السطحية من حيث بعدها عن الفوهـــة البركانية إلى خمسة أقسام هي:

1) **الكتل البركانية "Volcanic Blocks"**

وهي عبارة عن أحجام كبيرة أو متوسطة لصخور نارية سطحية غيـــر متطايرة ذات وزن نوعي كبير ونسجه دقيقة وقاعدية (45-52% سيليكا) قاتمة

اللون ومن أمثلتها البازلت "Baslat" والزجاج البركاني "Obcidion" والحجر الخفاف "Pumice".

2) القنابل البركانية **"Volcanic Bombs"**

وهي عبارة عن صخور بركانية سطحية متطايرة "Pyroclastic" ذات شكل مستدير بحجم القنابل اليدوية ذو شكل كروي وتقذف هذه الصخور عند انبعاث البراكين وحجمها أكبر من 32 مم.

3) البريشيا البركانية **"Volcanic brecia"**

وهي عبارة عن صخور نارية سطحية متطايرة حادة الزوايا ذو قطر 32 مم أو أكثر.

4) اللابيلي **"Lapilli"** (الحصى البركاني) لوبيبات.

عبارة عن صخور نارية سطحية متطايرة محدبة الزوايا ذات قطر 4-32مم وتوجد على مسافة مختلفة من الفوهة البركانية (حسب قوة البركان).

5) الرماد البركاني **"Volcanic Dust"**

عبارة عن رماد بركاني دقيق يتكون من جسيمات لا يزيد قطرها عن ¼ ملليمتر وتترسب هذه الجسيمات على مسافة بعيدة جداً من الفوهات البركانية.

6) الطف البركاني "Volcanic Tuff"

عبارة عن صخور بركانية سطحية متطـايرة "Pyroclastic" تقـذفها البراكين فتتصلب حولها على مسافة أبعد من مسافة البريشيا البركانية فتتـصلب حول البراكين وتتكون من حبيبات متماسكة ذات قطر أقل من 4مم وتزيد عـن ¼ مم.

ب- الصخور النارية المتداخلة (الوسيطة) الباطنية.
(Intrusive Ig. R. (Hypalyssal))

عبارة عن صخور نارية تتصلب قبل أن تصل إلى السطح وبذا تتكـون على بعد متوسط بين الصخور السطحية والجوفية وتكون بلوراتها أصغر مـن بلورات الصخور الجوفية ولكن اكبر من بلورات الـصخور الـسطحية نتيجـة التبريد وتتكون بشكل سدود رأسية وأفقية "Dikes & Sill" ومن أمثلـة هـذه الصخور صخور الفلسايت "Felsite" والبغماتايت "Pegmatite" والدوليرايت "Dolerite" وتتميز هذه الصخور بالنسيج البورفيري "Porphyritic" وبعض هذه الصخور قد نجدها الآن على السطح نتيجة التجوية والتعرية للصخور التي فوقها أو الحركات البانية للجبال والقارات.

ج- الصخور النارية الجوفية (Plutionic Ig. Rock)

وهي تلك الصخور النارية والتي تتكون على أعماق كبيرة مـن صـهير الماجما ونتيجة التبريد البطيء تكون بلوراتها كبيرة أكبر من بلورات الصخور الباطنية وقد نجد هذه الصخور حالياً على سطح الأرض نتيجة إزالة الـصخور التي كانت فوقها بالتجوية والتعرية الطويلة ومن أمثلة الصخور النارية الجوفية

صخور الجرانيت "Granite" والغزانوديورايت "Granodiorite" والديورايت "Diorite" والسيانيت "Sianite" والقابرو "Gobro" والبيردوتايت "Peridotite".

وترى بعض المدارس تصنيف الصخور النارية إلى نوعين حسب اللون قاتم أو فاتح حيث قسمت الصخور النارية إلى صخور نارية فاتحة "Leucratic" والتي تحتوي على معادن قاتمة بنسبة قليلة < 30%.

وصخور نارية غامقة (قاتمة) "Melanocratic" والتي تحتوي على معادن قاتمة ".Mafic Min" مثل معادن البيوتايت والأولفين والأوقايت والأمفيبول والهورنبلند بنسبة 60-100%.

بينما ترى بعض المدارس تصنيف الصخور النارية على أساس التركيب المعدني لأكسيد السليكون وقد قسمت الصخور على هذا الأساس إلى أربع مجموعات هي:

المجموعة الأولى: الصخور الفوق حامضية.

وتحتوي على أكثر من 66% SiO_2 ذو لون متوسط لوجود معادن فاتحة اللون مثل الكوارتز ومن أمثلة هذه الصخور صخور الجرانيت والريولايت "Reolite".

المجموعة الثانية: الصخور الحامضية.

وتحتوي على 52-66% SiO_2 ذو لون متوسط ومن أمثلة هذه الصخور التراكيت والأنديزايت "Andesite".

المجموعة الثالثة: الصخور القاعدية:

وتحتوي صخور هذه المجموعة على 45-52% SiO_2 ولونها غامق ومن أمثلتها الجابرو والبازلت.

المجموعة الرابعة: الصخور الفوق قاعدية.

وتحتوي صخور هذه المجموعة على أقل من 45% SiO_2 ولونها غامق جداً لوجود معادن فاتحة اللون ومن أمثلة هذه المجموعة الدوليرايت "Dolerite" والبيروكسين "Pyroxine" والبريدوتايت "Peridotite".

2- الصخور المتحولة (الاستحالية) (Metamorphic Rocks)

تتكون الصخور المتحولة من الصخور النارية أو الرسوبية نتيجة تأثير الضغط أو الحرارة أو كليهما على هذه الصخور ونتيجة الضغط من تأثير تراكم الصخور بعضها فوق بعض أما الحرارة فتنتج من الطاقة الناتجة عن الحركات الأرضية أو من باطن الأرض ونتيجة لتأثير هذين العاملين في تكوين الصخور المتحولة تحدث عدة عمليات تؤدي إلى تكوين أنواع مختلفة من الصخور المتحولة وهذه العمليات هي:

*** التغيير الميكانيكي في الشكل "Mechanical Deformation"**

يحدث في هذه العملية نتيجة الضغط العالي إعادة ترتيب المعادن الطبقية (مثل الميكا) بحيث يصبح مستوى سطح هذه المعادن عمودياً بالنسبة لاتجاه الضغط.

* إعادة التبلور "Recrystallization"

في هذه العملية تتكون بلورات كبيرة من عدة بلـــورات صـــغيرة كانـــت موجودة في الصخر الأصلي قبل حدوث التحول "Metamorphizm" ويساعد في عملية إعادة التبلور الضغط ووجود السوائل الموجودة في فجوات الصخور.

* إعادة التنظيم الكيميائي "Chemical Recombination"

وتحدث هذه العملية قبل أن تحدث عملية التحول في الصخور الأصـــلية حيث يتم في هذه العملية تكوين بلورات جديدة بسبب الارتفاع في درجة الحرارة ووجود السوائل وعناصر كيميائية متنوعة في الصخر الأصلي.

* الإحلال (الاستبدال) الكيميائي "Chemical Replacement"

يحدث في هذه العملية إحلال لبعض العناصر الموجودة في البناء البلوري للمعادن بعناصر أخرى موجودة في المحاليل السائلة والتي تأتي مـــن صـــخور أخرى.

* عملية التحول "Metamorphism"

وتحدث هذه العملية نتيجة تأثير الضغط والحرارة والغازات والسوائل مما يؤدي إلى تكوين معادن جديدة مثل معادن الأندولوسايت والسليمنايت والتي لـــم تكن موجودة أصلاً في الصخر الأصلي الذي تتكون منه الصخور المتحولة ولذا نسمي الصخور المتحولة بالصخور الاستحالية في بعض المدارس.

وكون الضغط والحرارة هما العاملان الرئيسيان في تكوين الأنواع المختلفة من الصخور المتحولة قسمت الصخور المتحولة إلى ثلاث أنواع رئيسية [أنظر الشكل 3-4] وهي كالتالي:

أ- الصخور المتحولة بالضغط والحرارة
"Dynamothermal M.R."

تتكون صخور هذا النوع نتيجة تأثير الضغط والحرارة مما يؤدي إلى تكوين صخور متحولة فيها معادن جديدة مثل الأندلوسايت والسليمنايت ومعالمها تختلف عن معالم الصخر الأصلي ومن أمثلة الصخور المتحولة

(شكل ٢-٤) : تصنيف الصخور المتحولة

توجد بالضغط والحرارة
(معادن متحولة)
مثل السليناليت

- Gneiss
- Schist

بالحرارة
(إعادة تكوين وتبلور)

- Quartzite
- Marble رخام
- Hornfels القرنية

بالضغط
(لا توجد معادن متحولة
ومحدودة الانتشار)

- Fault Breccia بريشا الفالق
- Slate الأردواز

بالــضغط والحـــرارة النـــايس "Gneiss" والشيـــست "Schist" والأردوار "Slate".

ب- الصخور المتحولة بالحرارة "Thermal Met. Rocks"

هي صخور متحولة تكونت نتيجة تأثير عامل الحرارة فقط والذي يسبب تغيــر فــي إعــادة التكــوين "Reformation" وإعــادة التبلــور "Recry Stalization" دون حدوث تغير ملحوظ في التركيب الكيميائي للصخر الأصلي ومن أمثلة هذه الصخور الكوارتيسايت (صخور المرو) "Quartizite" والرخام "Marble' والهورنفلس "Hornfels".

ج- الصخور المتحولة بالضغط "Dynamic Metam. Rocks"

يعتبر هذا النوع محدود الانتشار وقليل الأهمية ولا توجد معادن جديدة في هذا النوع فقط يوجد المعادن الموجودة أصلاً في الصخر الأصــلي، وتــستخدم معادن هذه الصخور كمواد لاحمة للمعادن الصلبة ومن أمثلة هــذه الــصخور بريشيا الفالق "Fault Breccia" وقد تظهر الصخور المتحولة بجميع أنواعهــا على السطح إذا حدثت تجوية وتعرية للصخور التي فوقها..

3- الصخور الرسوبية "Sedimentary Rocks"

بالرغم من أن الصخور الرسوبية لا تكون إلا حـوالي 1% مـن كتلـة صخور القشرة الأرضية إلا أنها تحتل مساحة كبيرة من سطح الكرة الأرضـية وتشكل أهمية بالنسبة لتكون الرسوبيات وتعتبر الصخور الرسوبية ذات أصـل ثانوي أي أن المواد المكونة لها تكونت من صخور أخرى سواء كانت نارية أو متحولة أو رسوبية وتتكون بعض أنواع الصخور الرسوبية من فتات من بعض الصخور المختلفة والتي حدث لها تجوية ونقل وترسيب وتصلب، نتيجة تعاقـب الجفاف والرطوبة والضغط، ويتم نقل وترسـيب المـواد المكونـة للـصخور الرسوبية إما بالرياح أو بالأمطار أو بالأنهار أو بالبحار ثم تتراكم الرسـوبيات المختلفة فوق بعضها مما يؤدي إلى ضغط تلك الرسـوبيات وتعاقـب جفـاف ورطوبة مما يؤدي إلى تصلب تلك المكونات وتكوين مـا يعـرف بالـصخور الرسوبية ولذا تتميز الصخور الرسوبية بظـاهرة التطبيـق "Stratification" لمواد فتاتية مختلفة الأحجام ويظهر هذا الاختلاف على مستوى الطبقة الواحـدة أيضًا في صورة طبقات مختلفة القوام "Texture" نتيجـة تعاقـب الترسـيب المختلف وتكون حبيبات تلك الطبقات متكورة نتيجة تآكل حوافها أثنـاء النقـل بالماء أو الرياح. وقد تتكون بعض أنواع الـصخور الرسـوبية مـن ترسـيب مكونات المحاليل الأرضية الغنية بالمواد الكيميائية الذائبة حيث يرتفـع تركيـز المواد الذائبة إلى مرحلة فوق التشبع تحت تأثير الظروف البيئية المحيطـة ثـم تترسب هذه المحاليل بعد فقد المياه وقد تتكون أنواع أخـرى مـن الـصخور الرسوبية من تراكم بقايا الكائنات الحية النباتية أو الحيوانية أو تراكم الكائنـات الميتة سواء نباتية أو حيوانية ولذا من حيث النـشأة والتكـوين يمكـن تقـسيم الصخور الرسوبية إلى ثلاثة أنواع رئيسية (شكل رقم 2-5) وهي كالتالي:

- الصخور الرسوبية ذات النشأة الميكانيكية.

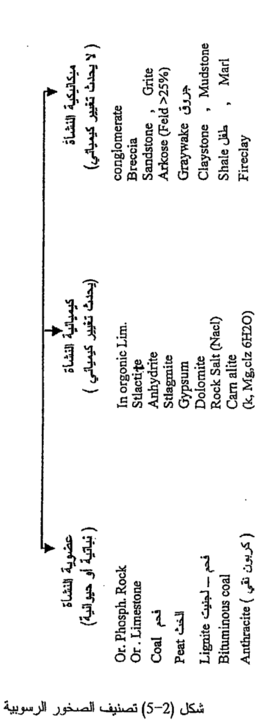
- الصخور الرسوبية ذات النشأة الكيميائية.

- الصخور الرسوبية ذات النشأة العضوية.

ولأهمية الصخور الرسوبية في تكــوين الأراضــي ســنناقش أنواعهــا وخواصها بالتفصيل.

أ- الصخور الرسوبية الميكانيكية النشأة:
"Mechanically Formed Sedimentary Rocks"

يتكون هذا النوع من الصخور الرسوبية بفعل عامل التجوية الميكانيكيــة والتي تشمل تأثير الماء و الرياح والثلاجات والجاذبية الأرضية حيث تقوم هذه العوامل بتفتيت وتكسير الصخور الأرضية الأصلية ونقلها وترسيبها ثم يحــدث تماسك وتصلب تلك المكونات المتفتتة دون حدوث تغير كيميائي في التركيــب المعدني للصخور الأصلية ونتيجة للترسيب المختلف بسبب سرعة عوامل النقل يتم ترسيب المواد كبيرة الحجم ثم الأصغر.



شكل (2-5) تصنيف الصخور الرسوبية

ونجد أن الصخور في هذا النوع تتميز بظاهرة تصنيف الحبيبات وكون حجم الحبيبات تعتبر من الخصائص الهامة للصخور الرسوبية فقد قسمت الصخور الرسوبية الميكانيكية النشأة إلى:

* صخور رسوبية ميكانيكية متوسطة الحبيبات ذات أقطر من 2مم – 0.05مم مثل الحجر الرملي "Sandstone" والجرايت "Grit" والأركوز "Arkose" والجريواك "Gray wake".

* صخور رسوبية ميكانيكية كبيرة الحبيبات ذات قطر أكبر من 2مم (حصى – رمل خشن) ومن أمثلتها الكونجلوميرت "Conglomerata" والبريشيا "Breccia".

* صخور رسوبية ميكانيكية دقيقة الحبيبات (صخور طينية) كحجم الطين أو الطمي ولا تزيد أقطارها عن 0.05مم ومن أمثلتها الصلصال "Clay" والحجر الطيني "Mudstone" والحجر الطيني الصخري "Shale" والطين الحراري "Fireclay" والمارل "Marl".

ب- الصخور الرسوبية الكيميائية النشأة "Chemically F.S.R."

هي عبارة عن صخور رسوبية تكونت نتيجة تفاعلات كيميائية من المحاليل الغنية بالمواد الذائبة بعد بلوغ هذه المحاليل مرحلة فوق التشبع وبعد تبخر الماء المتبقي تتكون هذه الصخور ولذلك فإن هذا النوع من الصخور يتواجد غالباً في قيعان البحار والمحيطات والكهوف ومن أمثلة هذه الصخور الحجر الجيري غير العضوي "Inorganic Limestone" وصخور الهوابط "Stalacite" والصواعد "Salagmite" والدولومايت "Dolomite"

($CaMgCO_3$) والجـــبس "Gyps" والأنهـــدرايت "Anhydrite" والملـــح الصخري "Rocksalt" والكرنولايت Carnalite (K, Mg, Cl_3, $6H_2O$).

ج- الـــصخور الرســوبية ذات النـــشأة العــضوية "Organically Formed S.R."

هي تلك الصخور التي تتكون من تراكم بقايا الكائنات الحية النباتيـــة أو الحيوانية بعد تحللها وتماسكها وتصلبها ولذا تنقسم هذه الصخور إلى صـــخور عضوية حيوانية مثل الصخور الجيرية العضوية والصخور العضوية الفوسفاتية الناتجة من تراكم بعض البقايا والهياكل العضمية الفوســفاتية أمـــا الـــصخور العضوية النباتية مثل الفحم Coal والخث "Peat" والأنتراسيت "Anthrasite" والذي يتراوح فيه نسبة الكربون 98-90% أما فيما يتعلق بخواص الـــصخور فيعتمد ذلك على تركيبها المعدني وطريقة النشأة وكيفية تواجدها وظهورها فـــي الطبيعة ولذلك فإن خواص الصخور تختلف اختلافـــاً كبيـــراً إلا أن الخـــواص الرئيسية للأنواع الرئيسية للصخور هي نسبة التواجد – نسبة التغطية من سطح الكرة الأرضية – التركيب المعدني – التبلور – حجم البلورات – المـــسامية – القوام – صور التواجد – شكل الحبيبات – النفاذية للماء – الحفريات واللـــون، وبين جدول [رقم 2-6] وصف مختصر للخواص المذكورة لكل نوع من أنواع الصخور الرئيسية، وهذه الخواص هي التي تساعد المختصين بالتعرف السريع على الأنواع المختلفة للصخور سواءً على الطبيعة أو في المعامـــل، ويـــستفيد الإنسان من الصخور في استعمالها في مجالات مختلفة: عمرانيـــة، صـــناعية، زراعية، علمية، وأيضاً استخراج الثروات المعدنية واليورانيوم والنظائر المشعة والتي تستخدم في أغراض عديدة.

الخواص / الصخور	الصخور النارية	الصخور المتحولة	الصخور الرسوبية
نسبة التواجد	%95	نسبة محدودة من الصخور النارية أو الرسوبية	%5
نسبة التغطية	متوسطة وعلى السطح	محدودة تظهر نادراً على السطح	كبيرة وعلى السطح أغلبها
التركيب المعدني	Quartz، Alkali Feldspar، Augite Plagioclasse، Ca-feldspar، olivine، Biotite، hornblends.	مثل الصخور الأصلية مع وجود معادن متحولة ،andalusit ،silimenite ويسود kynit معدن chlorite ومعدن الكوارتز، ،Apatite Tur ،Albite ،mline ،Muscovite Garnet & plagioclas	Chalcedony، opal، Calcite، Quartz clay، min.،oxide & Hydrox. Minerals (Hematite، Goeth، Limonite، Gibbsite Pyrite marcasite).
التبلور	غالباً غير متبلورة وكاملة التبلور	غالباً متبلورة	نادراً متبلورة لو وجدت معادن متبلورة

حجم البلورات	السطحية صغيرة والجوفية كبيرة وغير منتظمة	تزداد حجماً عن الأصلية وانتظاماً	كبيرة إن وجدت
المسامية	قليلة ما عدا السطحية	قليلة جداً بسبب الضغط	كبيرة لتكونها من فتات حجري
النسيج والقوام (البناء)	قوام ناعم ما عد الجوفية والباطنية خشن وبروفوري ونسجه حويصلية (vis) ومضلعية ومخذية (pil)	مختلفة عن المصدر نتيجة عمليات التحول لذا يكون القوام خليط من حبيبات صغيرة وكبيرة ومتوسطة ورقية وغير موجهة	قوام خشن (coarse) وناعم (mudstone) وبناء طبقي وشرائحي وصفائحي
صور التواجد	بشكل كتل (Batholiths) (الجوفية) وسدود رأسية وأفقية (sills Dikes) (الباطنية) جذوع (stocs) 100كم^2 وشكل قبي (Laccolith) وشكل صابوني (Lapolith)	شكل طبقات أفقية متقطعة وفيها تراص مضغوطة (Pedding)	بشكل طبقات أفقية أو مطوية غير مضغوطة (floded)

شكل الحبيبات	حادة ومستديرة زاوية ودقيقة وكبيرة	مصفوفة بطريقة منتظمة	كروية (مستديرة) ومتلاحمة ومتراصة ودقيقة الحجم
النفاذية	غير نفاذة ما عدا بعض الأنواع	غير نفاذة	نفاذية عالية
الحفريات	لا تحتوي على حفريات	نادراً تحتوي على حفريات ولكنها مشوهة بسبب الضغط والحراسة	تحتوي على حفريات نباتية وحيوانية.
اللون	غامق ما عدا الجرانيت (الحمضية)	حسب المصدر	فاتح لوجود معادن فاتحة Light Min.

جدول [2-6] خواص الصخور الرئيسية

ورغم أن بعض صخور المجموعة الواحدة قد تتشابه في بعض أو أغلب الخواص مثل تشابه اللون، النسيج، والبريق، صور التواجد، إلا أنها يجب أن تختلف في بعض الخواص، ولذا نجد أن هناك أنواع من الصخور وضعت في مجموعة واحدة لتشابهها في خواص هامة، بالرغم من أن التركيب المعدني مختلف في صخور هذه المجموعة الواحدة فمثلاً نجد أن الصخور النارية البركانية في مجموعة الصخور الجوفية أن الجرانيت يحتوي على نسبة كبيرة من معادن الفلدسبار القلوية "Alkali. Fleeedspar" (40%) وكذلك السياناايت "Syenite" (70%) بينما القابرو "Gabbro" يحتوي على نسبة

كبيرة من معدن البلاجيوكلاس "Plagioclase" (60%) وصـــخر الـــدونايت "Dunite" يحتوي على (90%) معدن أوليفين "Olivine" ولذا لون صـــخر الدونايت قاتم لاحتوائه على معادن قاتمة Mafic Minerals لذا فإن التركيــب المعدني يلعب دوراً هاماً في خواص الصخور من حيث اللون وقابلية الــصور للتجوية والكثافة، فكلما احتوى الصخر على نسبة كبيرة من المعـــادن القاتمـــة "mafic Minerals" (مثل معـــادن البيروكـــسين "Pyroxene") الأمفيبـــول "Amphibole" والأولفين "Olivine" كلما كان لون الصخر ضـــارباً إلـــى السواد وغير مقاوم للتجوية وكثافته النوعية أكبر من 2.8جرام / ســـم^3 وعلـــى العكس من ذلك كلما احتوى الصخر على نسبة كبيرة مـــن المعـــادن الفاتحـــة (Felsic Minerals) (فليسبار وسيلكا) كان لون الصخر ضارباً إلى البيـــاض وأكثر مقاومة للتجوية وكثافته النوعية أقل من 2.8 جرام / سم^3، أمـــا بالنـــسبة لخواص الصخور المتحولة "Metamorphic R" فتعتمد خواصها على نـــوع عملية التحول التي حدثت لها "Dynamic Thermal M." (ضغط) وحـــرارة "Thermal M." أو ضغط وحرارة "Dynamic Thermal M." فالـــصخور المتحولة التي تكونـــت بالـــضغط وهـــي قليلـــة الانتـــشار تتميـــز بالتحبـــب "Granulation" والصقل "Polishing" نتيجة الضغط المباشر علـــى هـــذه الصخور في مناطق الفوالق ولذا سميت هذه الصخور ببريشيا الفالق ولا يتكون فـــي هـــذه الـــصخور معـــادن جديـــدة ولا يوجـــد بهـــا إعـــادة تبلـــور "Recrystallization" ويكون لونها حسب لون الصخر الأم بينما الـــصخور المتحولة بالحرارة تتميز بإعادة التبلور ووجود معادن جديدة تكونت من معـــادن أخرى غير مقاومة للحرارة العالية ولونها فاتح (أبيض) ونتيجة لعـــدم وجـــود ضغط فإن الصخور لا يوجد بهـــا تركيـــب طبقـــي (صـــفائحي) "Foliated Structure" ولا يوجد بها تشوه واضح "Deformaitien" ويكـــون قوامهـــا

"Texture" جرانوبلاساتيك "Granoplastic" أي أن الحبيبات متشابهة في الحجم وموزعة بانتظام في الوسط الموجودة فيه "Matrix"، أما الصخور المتحولة بالضغط والحرارة ".Dynamio Thermal M" وهي الأكثر شيوعاً تتميز بالبناء الصفائحي الواضح "Foliated" وفيها إعادة تبلور ومعادن جديدة وسهلة الانفصام ويوجد تشوه "Deformation" نتيجة الضغط والحرارة، أما فيما يتعلق بخواص الصخور الرسوبية فالخاصية الرئيسية للصخور الرسوبية هي وجود الصخور في شكل طبقات مستمرة وموازية لسطح الأرض (لو لم يحدث حركات مؤثرة) إضافة إلى أن هذه الطبقات قد يكون نسيجها (قوامها) متجانس أو غير متجانس حسب العامل المسبب وفي هذه الحالة يظهر قوام متدرج Graded Texture أما بالنسبة للتركيب المعدني للصخور الرسوبية فالصخور الرسوبية ذات النشأة الميكانيكية مثل الحجر الرملي "Sandstone" يسود فيها المعادن المقاومة للتجوية مثل معدن الكوارتز "SiO_2" والكلسيدوني والأوبال بينما الصخور الرسوبية ذات النشأة الكيميائية تسود فيها المعادن السهلة التجوية والذوبان مثل معدن السولفايد "FeS_2" والكربونات والأكاسيد والهيدروكسيدات ومعادن الكلس ومعادن التبخر كما أن معظم الصخور الرسوبية تتميز بعدم وجود بناء بلوري كون معظم معادنها غير متبلورة (كونها تكونت من المعادن السهلة التجوية) إضافة إلى اختلاف التكوين المعدني بين أنواع الصخور المختلفة نجد أنه توجد اختلافات أخرى منها وجود بقايا حيوانية أو نباتية في الصخور الرسوبية بينما لا توجد في الصخور النارية أما في الصخور المتحولة ذات الأصل الرسوبي توجد حفريات بصورة مشوهة نتيجة الضغط والحرارة.

ثانياً: المعادن (خواصها وأنواعها)

إن المعدن هو عبارة عن مادة معدنية أو عضوية صلبة متجانسة تكونت جيولوجيا من خليط من عنصر كيميائي أو أكثر وله تركيب كيميائي وبلوري ثابت.

وتعتبر المعادن المكونات الرئيسية للصخور أو التربة حيث تتحد العناصر الكيميائية المختلفة عن طريق الروابط الكيميائية المعروفة الفلزية، الأيونية، التساهمية، الهيدروجينية، والأستاتيكية (فاندروفال) مكونه ما يعرف بالمعدن ونتيجة لتعدد العناصر الكيميائية والروابط الكيميائية بين العناصر تكونت آلاف المعادن المختلفة ولكن عدد قليل منها يشكل أهمية اقتصادية أو أهمية أخرى في تكوين التربة لذا سنركز في دراستنا هذه على المعادن المكونة للتربة. ورغم أن العناصر الكيميائية المكونة للمعادن كثيرة إلا أن هناك ثمانية عناصر فقط هي الأكثر شيوعاً في تركيب مغلب المعادن حيث تشكل هذه العناصر الثمانية أكثر من 98% بالوزن من تركيب القشرة الأرضية وهذه العناصر هي: (الأكسجين – السليكون – الألومنيوم – الحديد – الكالسيوم – الصوديوم – البوتاسيوم – الماغنيسيوم) وتعتبر هذه العناصر (فيما عدا الأكسجين والسليكون) عبارة عن فلزات أما السليكون فله خواص تضعه بالفلزات واللافلزات وتتحدد جميع العناصر المذكورة مع الأكسجين مكونة ما يسمى بالأكاسيد وتعطي أكاسيد الفلزات مواد قاعدية بينما تعطي أكاسيد اللافلزات مواد حامضية ولذا اعتبرت بعض المدارس هذا الأساس كمعيار في تصنيف المعادن حسب نوع الجزيء الأيوني الموجود في التركيب الكيميائي للمعدن حيث قسمت المعادن إلى معادن وحيدة العنصر "Monoelemental M." مثل الذهب والنحاس ومعادن الكبريتيد "Sulphiden Minerals" مثل البيرايت (Pyrite) FeS_2 والجلينا

ومعادن الكبريتات "Sulfat ed M." مثل الأنهدرايت $CaSO_4$ والباريت PbS "Barite" $BaSO_4$ والجبس $CaSO_4 2H_2O$ ومعادن الكربونات مثل الكالسيت $CaCO_3$ والهيماتيت (Hematite) Fe_2O_3 والكوارتز SiO_2 ومعادن الهيدروكسيدات (Hydroxide M.) مثل الجويثايت "Goethite" Fe_2O3H_2O والليمونايت "Limonite" FeO(OH) والأوبال SiO_2nH_2O ومعادن الهالوجينات "Halogens M." مثل الهاليت NaCl والفلورايت "Flurite" ومعادن البورات "Borate M." مثل البوركس.

$4[Na_2B_4O_5(OH)_4 8H_2O]$ ومعادن الفوسفات Phosphate M. مثل الأباتايت Apatite Ca_5 F. Cl. OH (PO_4) ومعادن السليكات (Silicate M.) وتقسم إلى مجموعات كثيرة من المعادن الأولية والثانوية ومن أمثلتها الأولفين $Mg. Fe_2 SiO_4$ والهيمورفايت $Zn_4 (Si_2O_7) OH. H_2O$ والبيريل $Mg_2 Si_2 O_6$ والبروكسين والهورنيلند $Ca_2 Mg_5 Si_2 O_{22} (OH)_2$ والتلك $Mg_3(Si_4 O_{10})(OH)_4$ والكوارتز SiO_4.

وبعض المدارس تصنف المعادن على أساس اللون إلى فاتحة (Felsic M.) وقاتمة (Mafic M.) وتتميز المعادن الفاتحة باللون الفاتح الضارب إلى الأبيض وكثافته نوعية أقل من 2.8جم/سم^3 بينما تتميز المعادن الداكنة أو القاتمة (Mafic = Dark M.) باللون الضارب إلى السواد وكثافة نوعية أكبر من 2.8جم/سم^3.

ومن أمثلة المعادن الفاتحة مجموعة الفلسبار "Feldspar" ، Anorthoclas، Sanidine، Andsine، Anorthite،Oligoclase Albite،Orthoclase . ومجموعة السليكا (Crystoblite، Tridymite ،

(Quartz) ومجموعة الفلسبار تويد (Cancrinite، Melilite، Sodalite ، Leucite، Nepheline) بينما تضم المعادن الداكنة مجموعة المعادن التالية: مجموعة البيروكسين Pyroxene وتضم (Acmite، Pigeonite، Augite) ومجموعة الأمفيبول وتضم (Riebecktite، Actinolite، Tremolite، Hornblend) ومجموعة الميكا وتضم (Sericite، Shist، Muscovite ، Biotite) ومجموعة الأولفين Olivine وتضم (forstrite، Fayalite) ومجموعة أكاسيد الحديد والتيانيوم وتضم (Ieemenite، Titanomagnetite ، Magnetite) ومن حيث النشأة في التكوين يمكن تقسيم المعادن إلى معادن أولية (Primary Minerals) ومعادن ثانوية (Secondary Minerals) [أنظر جدول 2-7 والذي يبين المعادن الهامة والسائدة في التربة] سواء تكونت في محلها (Authigenicly) أي مكانية النشأة نتيجة التجوية بجميع أنواعها أو بالتبخر والترشيح للمحاليل الأرضية أو تكونت من مواد جليبة (Allogeniclly) أي من مواضع أخرى وهذا التقسيم يعتبر بالنسبة للأخصائيين الزراعيين مناسباً كون المعادن الثانوية هي المعادن التي ممكن أن يستفيد منها النبات لوجود عناصر ميسرة فيها أي أن العناصر مثل الكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم والزنك وبقية العناصر الهامة لنمو النبات تكون موجودة بين طبقات المعادن الثانوية الطبقية أو موجودة حول الوحدات البنائية للمعادن غير الطبقية ذات روابط ضعيفة مما يسهل أخذها من قبل النبات عن طريق التبادل الكاتيوني ولذا فإن المعادن الثانوية تشكل المصدر الرئيسي العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات إضافة إلى ذلك فيمكن تقسيم هاتين المجموعتين الرئيسيتين للمعادن [أولية وثانوية] إلى تحت مجوعتين سليكانية ولاسليكانية كون وحدة أكسيد السليكون وطريقة ارتباطها تلعب دوراً هاماً في خواص المعادن الكيميائية وقابليتها

للتجوية إضافة إلى أن مجموعة المعادن السليكانية تشكل نسبة كبيرة من عـــدد المعادن الأولية المتبلورة هذا وتعتبر أغلب المعادن السليكانية الأولية متبلورة.

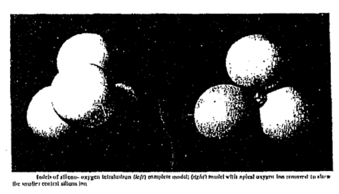
Table (2-7) IMP: Primary & Secondary of soil

Minerals in order of decreasing stability

Primary	Secondary (authigenic)
Zircon	Anatase
Rutile	Gibbsite
Tourmaline	Hematite (and Goethite)
Hmenite	Kaolinite
Garnet	Pedogenic Cholrite (Hydroxy-Interlayered vermiculite)
Quartz	Smectite
Sphene	Illite
Musscovite	Halloysite
Microcline	Sepiolite (and palygrskite_
Orthoclase	Allophane (and imogolite)
Sodic Plagioclase	Calcite
Calcie Plagioclase	Gypsum، Pyrite
Hornblende	Halite (and salts of similar solubility)
Chlorite	Jarosite
Epidote	Vermiculite
Augite	
Biotite	
Serpentine	
Volcanic glass	
Apatite	
Olivine	

(شكل 2-7): المعادن الأولية والثانوية الهامة في التربة

ونتيجة للارتباط المتنوع بين الوحدات الهرمية رباعية الأوجه "Titrahydral Units" لأكسيد السليكون تتكون أصناف عديدة من المعادن ذات بناء بلوري وكيميائي مختلف أو قد يكون متشابهاً، كما أن نوع الارتباط يؤثر على قابلية المعادن للتجوية فكلما كان ارتباط الوحدات الرباعية الأوجه لمعدن ما بالأركان أكثر كلما ازدادت مقاومة المعدن للتجوية وسنتناول دراسة تجوية المعادن أكثر في الجزء الخاص بالتجوية ولن هنا أردنا أن نوضح أن مقاومة المعدن للتجوية تعتمد على نوع الإرتباط في الوحدات البنائية للمعادن حيث أن هناك وحدتين بنائيتين للمعادن الأولية والثانوية هاتان الوحدتان هما وحدة (التيتراهيدرا) أي الهرم الرباعي الأوجه ووحدة (الأكتاهيدرا) أي ثماني الأوجه [أنظر الشكل رقم 2-8] وتتكون وحدة إنتراهيدرا من "Si" يحيط به أربعة أكسجين بشكل هرم رباعي الأوجه ويكون الترابط قوي نتيجة الرباطة الأيونية ويعتبر الفراغ بين ذرات الأكسجين مناسباً مع قطر السليكون والسليكون عدد تناسقي أربعة وستة ولكن نتيجة لحجم نصف القطر الأيوني فإنه يفضل الارتباط مع الأكسجين أو الهيدروكسيد في وحدة الأكتاهيدرا (ثماني الأوجه).



Models of silicon- oxygen tetrahedron (left) complete model; (right) model with apical oxygen ion removed to show the smaller central silicon ion

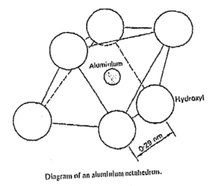


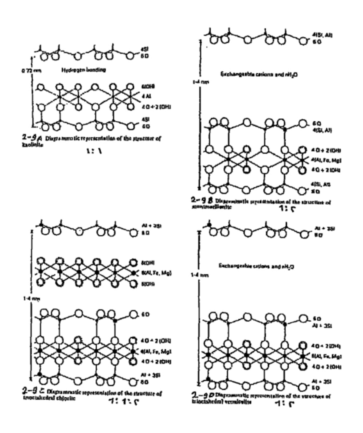
Diagram of an aluminium octahedron.

(شكل 2-8): وحدتي التتيدراهيدرا والأكتوهيدرا
[Tetrahedron and Octahedron Diagram]

ونتيجة ترابط الوحدات النيتراهيدرية والأكتاهيدرية في المستوى القاعدي [محوري أ، ب] تكون هذه الوحدات صفائح نيتراهيدرية وأكتاهيدرية ترص هذه الصفائح فوق بعضها مكونة ما يعرف بالطبقة وعندما يتكون معدن من صفيحتين واحدة نيتراهيدرية والأخرى أكتاهيدرية يسمى هذا المعدن بمعدن 1 : 1 مثل معدن الكادولينايت وعندما يتكون معدن من صفيحتين تيتراهدريتين بينهما صفيحة أكتاهدرية يسمى المعدن بمعدن 2 : 1 مثل معادن السمكتايت

مثال ذلك معدن الموتمورينايت ومعدن الفيرمكلايت وعندما يتكون معـــدن مـــن صفيحتين نيتراهدريتين وصفيحتين أكتاهيدريتين يسمى المعدن بمعدن 2 : 1 : 1 ومثال ذلك معدن الكورايت [أنظر شكل 2–9 A، B، C، D التركيب البنائي للمعادن الصفائحية].

ولذا نجد بعض المدارس تصنف معادن السليكات الصفائحية علـــى هـــذا الأساس ولكنه بشكل عام يمكن تقسيم المعادن من حيث النشأة إلى معادن أوليـــة ومعادن ثانوية [راجع جدول 2–7 السابق]



(شكل 2–9): التركيب البنائي للمعادن الصفائحية

[Structure of layer minerals]

ويتم التمييز بين المعادن المختلفة سواء أولية أو ثانوية وذلك عن طريق دراسة الخواص البلورية والخصائص المختلفة للمعادن ومن أمثلة الخواص البلورية الفصائل البلورية [شكل 2–10]، والتماثل البلوري، محور التماثل، مستوى التماثل، مركز التماثل والإحداثيات البلورية، أما الخصائص الهامة

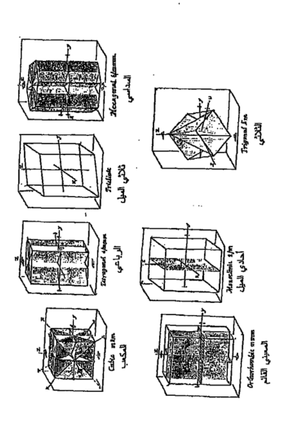
لدراسة المعادن فتشمل اللون، الهيئة، المخدش، البريق، الانفصام أو التشقق، المكسر، قابلية السحب والطرق، الصلابة، الوزن النوعي، الشفافية، الطعم، التمغنط، الإشعاع، التكهرب والتضوء.

ولكننا لسنا هنا بصدد دراسة تلك الخواص والخصائص بالتفصيل حيث تدرس هذه المواضيع في مواد مستقلة منها علم البلورات "Crystolography" وعلم المعادن "Mineralagy" ولكننا في هذه المادة سنركز على خصائص وخواص بعض المعادن الأولية والثانوية الشائعة في التربة وهذه المعادن هي:

أولاً: المعادن الأولية "Primary Min."

أ- الكوارتز "Quartz"

معدن سليكاتي إطاري "Tectosili Cate" متبلور في فصيلة الثلاثي عند درجة حرارة أقل من 573، له أقل درجة من التماثل وبنائه أكبر انضغاطية وتركيبه الكيميائي "SiO_2" معدن عديم اللون في الأنواع النقية أو ذو لون وردي أو بنفسجي أو أصفر عند وجود شوائب أو يكون لونه أبيض وشفاف لوجود فراغات هوائية دقيقة ويوجد في هيئة كتل حبيبية وبريقه زجاجي وأحياناً صمغي، شفاف إلى نصف شفاف، المخدش أبيض، لا يوجد انفصام، المكسر محاري والصلابة عالية (7) والوزن النوعي منخفض (2.65) ويتميز بخاصية الكهرباء الضغطية والكهرباء الحرارية ويوجد منه أنواع ضعيفة التبلور مثل الكالسيدوني والعقيق ويوجد في صورة متوازية ملونة ويعتبر الكوارتز من أكثر المعادن انتشاراً في الطبيعة في المكون الرملي للتربة كونه مقاوماً جداً للتجوية.



شكل (2-10) أنواع الفصائل البلورية

ب. الأوبال "Opal"

معدن سليكاتي غير متبلور من المعادن الأكاسيدية المائية وتركيبته الكيميائية (SiO_2H_2O) ويوجد على هيئة كتل مندمجة ويكون عديم اللون ويمكن أن يتلون عند وجود شوائب إلى رصاصي أو أصفر أو أحمر أو بني أو يتميز بخاصية الألأة حيث يتلألأ اللون حسب اتجاه النظر وتسمى هذه الخاصية المميزة باللألأة الأوبالية، البريق شبه زجاجي أو دهني، المخدش أبيض، شفاف إلى نصف شفاف، المكسر محاري أو غير مستوي، الصلابة عالية (5.5-6.5)

الوزن النوعي منخفض (2.2) ويوجد حول الينابيع الحارة ويصنع منه الحلي والعوازل الحرارية ومواد الصقل والتلميع.

ج. تورمالين "Tourmoline"

يعتبر التورمالين من المعادن الأولية السليكاتية الحلقية وتركيبه الكيميائي (B_{30}) Al_3 (Mg Fe) NA أو [F،OH] Si_6O_8 يتبع الفصيلة البلورية السداسية ورغم احتوائه على بورون إلا أنه لا يشكل أهمية في تغذية النبات إلا بعد حدوث تجوية كونه عديم الذوبان هيئته البلورية موشورية ذو ثلاث جوانب محدبة ومخططة، لا يوجد به انفصام مكسرة محاري وبريق زجاجي شفاف إلى معتم ذو ألوان مختلفة ولكن في الغالب أسود، أحمر، أو أصفر حسب التركيب الكيميائي مخدشة أبيض وصلابته (7.5) ويتواجد في العروق الحرارية وصخور البيقماتايت (pegmatite) والحجر الجيري المتحول.

د. أوجايت "Augite"

معدن من معادن البروكسينات السليكاتية تركيبه الكيميائي $Ca\ [MgFe, Al]\ [Al, Si]_2O_6$ متبلور في فصيلة أحادي الميل، لونه أسود أو أسود مخضر إلى أسود بني، البلورات موشورية قصيرة وسميكة، البريق زجاجي (Vitrus) أو صمغي معتم مكسرة محاري أو غير مستوي، الانفصام متوسط أو كامل في مستويين متعامدين بينهما زاوية 90 الصلابة فوق المتوسط (5-6) والوزن النوعي (3.2-3.5) يوجد في الصخور النارية والقاعدية كالبازلت والجابرو ويعتبر من المعادن الهامة كونه يتوفر عناصر هامة لنمو النبات بعد تجويته.

هـ- البيوتيت "Biotite"

من المعادن الأولية الميكائية السوداء تركيبه الكيميائي $K[Mg, Fe]\ [AlSi_3O_{10}](OH)_2$ متبلور في فصيلة أحادي الميل، اللون أسود أو بني أو أخضر قاتم أو بني محمر، يتكون من صفائح رقيقة، البريق لامع، نصف شفاف إلى معتم به انفصام قاعدي كامل مثل الموتلقايت حيث يمكن تقشيره إلى صفائح رقيقة مرنة، الصلابة منخفضة (2.5-3) الوزن النوعي (2.8-3.2) ويعرف باسم الميكا السوداء ويعتبر مكون رئيسي لكثير من الصخور النارية الداخلية " Int rausive" والصخور المتحولة.

و. الهورنبليند "Hornblende"

معدن أولي سليكاتي من مجموعة "Amphiboles" وتركيبه الكيميائي كما يلي:

$$Ca_2\ Na\ (Mg، Fe)_4\ (Fe\ A1)_3\ S_{i6}\ O_2\ (OH)_2$$

متبلور في فصيلة أحادي الميل لونه أخضر إلى أخضر مسود، يوجد في صورة بلورات موشورية طويلة رقيقة إلى موشورات صغيرة أو تأخذ شكل ألياف طويلة، البريق زجاجي، شفاف إلى معتم، المخدش رمادي مخضر، مكسره غير مستوي، به انفصام كامل في اتجاهين بينهما زاوية 120 من الصلابة فوق المتوسط (5-6) والوزن النوعي (2-3) يوجد بالصخور النارية المتوسطة والصخور المتحولة (المنايس والشيت) وعند تجويته وتحوله إلى معادن ثانوية تطلق عناصر هامة لنمو النبات، ويوجد بكثرة في الجزء الخشن

التربة (رمل، حصى) كونه لا يتجوى ويتحول إلى حبيبات بحجم الطين إلا بعد تجوية شديدة.

ز. الميكركلاين "Microcline"

أحد معادن مجموعة المعادن الفلسبارية الأولية السليكاتية وتركيبه الكيميائي "$KAL\ Si_3O_8$" ثلاثي الميل ذو هيئة بلورية موشورية كامل الانفصام في اتجاهين عند زاوية 90°، مكسرة خشن وبريقه زجاجي، شفاف إلى نفاذ صلابة (6) والوزن النوعي (2.5-2.6) ولا يمكن التمييز بينه وبين الأورنوكلاس في العينة اليدوية ويوجد بكثرة في الصخور البركانية الداخلية "Intrnsive Vo1. R" الحامضية والقاعدية.

ح. الموسكفيت "Muscovite"

معدن أولي من مجموعة الميكا البيضاء تركيبه الكيميائي ($KAL_3\ Si_{10}\ (OH)_2$) متبلور في فصيلة أحادي الميل، معدن عديم اللون عادةً أ أبيض وقد يكون مصفر أو محمر لوجود شوائب، يوجد في صورة صفائح رقيقة أو قشور، شفاف إلى نصف شفاف، البريق لؤلؤي أو زجاجي وأحياناً حريري، شفاف قاعدي كامل في اتجاه واحد حيث ينقضم إلى قشور أو صفائح رقيقة جداً مرنة، الصلابة منخفضة (2.3) والوزن النوعي متوسط (2.76-3.1) يوجد في الصخور الجرانيتية ويستخدم في صناعة المواد العازلة الكهربائية والحرارية.

ط. الأورتوكلاس "Orthoclasse"

معدن أولي سليكاتي فلسباري تركيبه الكيميائي ($KAL\ Si_3O_8$) متبلـور في فصيلة أحادي الميل لونه وردي أو أبيض أو أبيض محمر أو رمادي فاتح أو عديم ومسكرة محاري أو غير مستوى به انفصام واضح في اتجاهين متعامدين ويقضم إلى قطع صغيرة متصلة، الصلابة فوق المتوسط (6) والوزن المتوسط (2.57)، يوجد في جميع أنواع الصخور تقريباً ويستخدم في صـناعة الفخـار والصين والأدوات الصحية.

ي. الأوليفين "Olivine"

معدن أولي سليكاني من مكونات الفورسترايت "Forstrite" والفايلايـت "Faylite" تركيبه الكيميائي (($Mg_2\ Fe)_2\ SiO_4$)) يتبلور في فصيلة المعينـي القائم لونه أخضر زيتوني أو أخضر مصفر يوجد في هيئـة حبيبيـة البريـق زجاجي إلى دهني شفاف، إلى نصف شفاف، المخدش عديم اللـون، لا يوجـد انفصام، المكسر محاري الصلابة عالية (6.5–7) والوزن النوعي 3.4جم/سم3

ك. البلاجيوكلاسي "Plagioclase"

تعرف باسم المعادن الفلسبار تويدية وتـشمل مجموعـة مـن المعـادن المتشابهة في الشكل ويتركب كيميائياً في خليط من مـركبين، الطـرف الأول للسلسلة ($Na\ Al\ Si_3\ O_8$) وهو الالايت "Illite" ويسمى البلاجيلاس الـصودي والطرف الآخر وهو الأنورنايت "Anorithit" ($Ca\ Al_2\ Si_2\ O_8$) ويـسمى بالبلاجيلاس الكلسي، وأفراد مجموعة البلاجيلاس فـي خلـيط مـن الالايتـا والأنورثيت والتي يتم فيها إحلال متماثل بسبب التجوية حيث يؤدي ذلـك إلـى

تكوين المعادن الثانوية الهامة والتــي تعتبــر مــصدراً لعنــصري الكالــسيوم والبوتاسيوم وتتبلور معادن البلاجيلاس في فصيلة ثلاثي الميل واللون يختلــف محمر أو مزرق إلى آخر ولكن النوع الشائع هو الأبيض، ويوجد في صــورة كتل منتظمة أو حبيبات غير منتظمة البريق زجاجي أو لؤلؤي المخدش عــديم اللون، الانفصام واضح في اتجاهين متعامدين تقريباً، يمتاز بوجــود ظــاهرة التوأمة، المكسر محاري أو غير مستوي الــصلابة فــوق المتوســط (6-6.5) الوزن النوعي متوسط (2.62-2.76) يوجد في الصخور الحامضية والناريــة والمتحولة ويستخدم في صناعة الفخار والصين والزجاج.

ل. التلك "Talc"

معدن أولي سليكاتي تركيبه الكيميائي $(Mg_3\ Si_4\ O_{10}\ (OH)_2)$ متبلــور في فصيلة أحادي الميل لونه أبيض مخضراً أو رمادي مخضر أو أخضر قــاتم يوجد في هيئة كتل خفيفة التبلور، نصف شفاف بريقه لؤلؤي أو شمعي، ملمسه شحمي به انفصام كامل في اتجاه واحد حيث ينفصم بسهولة إلى رقائق أو قشور رقيقة قابلة للانثناء، المخدش أبيض، الصلابة منخفضة جداً (1) حيــث يخــدش بسهولة بظفر الإصبع الوزن النوعي (2.7-2.8) يوجد في الصخور المتحولــة ويستخدم في صناعة المواد العازلة للحرارة وفي صناعة الــورق والــصابون ومساحيق الزينة والبودرة.

م. أوراقونيت "Aragonite"

معدن أولي سليكاتي من معادن الكربونات اللامائية تركيبــه الكيميــائي "$CaCO_3$" الغير ثانوية بينما الكالسيت "$Ca\ \ CO_3$" له نفس التركيب الكيميائي ولكن فصيلته البلورية ثلاثية "hexogonal" أو "Trigonal" أمــا الأراقونيــت

يتبلور في فصيلة المعيني القائم " Orthorambtic " لونه أبـــيض رمـــادي أو مصفر، بريقه زجاجي، شفاف إلى نصف شفاف، مكسره محـــاري والانفـــصام ضعيف وغير ثابت صلابته (3.5–4) وزنه النوعي (2.95) وبنائه "Massive" متماسك.

ن. الانهيدريت "Anhydrite"

يعتبر معدن الانهيدريت من المعادن اللاســـليكائية لمعـــادن الكبريتـــات اللامائية وتركيبه الكيميائي ($Ca\ SO_4$) ومتبلور في فـــصيلة المعينـــي القـــائم "orthorombic" وعديم اللون أو أبيض يوجد على شكل أو هيئة كتل صـــلبة، البريق زجاجي أو لؤلؤي، شفاف إلى نصف شفاف، مخدشة أبـــيض، مـــسكرة محاري إلى غير مستوي، به انفصام كامل في ثلاثة اتجاهات وينقضم إلى قطع صغيرة مستطيلة الصلابة (3–3.5) والوزن النوعي (3) يمتص الماء ويتحـــول إلى "Gypsum" ويصحب ذلك زيادة في الحجم ويوجد الانهيدريت في المكونات الحاوية للجبس وعلى الكتل الرسوبية وفي تجاويف صخور البازلت ويـــستخدم في تحضير الكبريتيك وصناعة الأسمدة والأسمنت.

س. البارايت "Barite"

معدن لاسليكاتي أولي لكبريتات الباريوم ويتكون من الصخور الأميـــة أو من اختزال الحديديك في الكبريتات وأكاسيد الحديد ويتبلور في فصيلة المعينـــي القائم "orthorombic" تركيبه الكيميائي ($Ba\ SO_4$) عديم اللون أو أبيض يميل إلى الزرقة أو الصفرة يوجد في هيئة كتل مختلفة الأشكال، البريـــق زجـــاجي، شفاف إلى نصف شفاف، المخدش أبيض، مكسرة خشن غير مستوي، هش بـــه انفصال كامل أو ينقصم إلى قطع موشورية صغيرة، معتم في الأنواع غير النقية

والصلابة (3-3.5) الوزن النوعي (4.5) يوجد في الكهوف والعـروق وفـي الرسوبيات المزاحة من الحجـر الجيـري وتـستخدم فـي صـناعة الـورق والمنسوجات والطلاء الأبيض.

ع. الدولميت "Dolomite"

الدولميت معدن أولي لاسليكاتي من معادن الكربونات تركيبه الكيميـائي ($Ca\ CO_3\ Mg\ CO_3$) يأتي للتربة عن طريق مادة الأصل التي تكـون غالبـاً حجر جيري دولوميتي ويعتبر قليل الذوبان في الماء ويعطي ذوبانه في المحاليل الحامضية أيونات كالسيوم أو مغنيسيوم، متبلور في فصيلة الثلاثي "Trigonal" عديم اللون إلى أبيض أو مصفر أو يميل إلى البنـي أو الرصاصـي، البريـق زجاجي أو لؤلؤي، شفاف إلى نصف شفاف وأحياناً معتم في الأنـواع النقيـة الكتلية، مكسرة محاري وغير مستوي، هش، به انفصام معيني كامل، الـصلابة (4-7.5) والوزن النوعي (2.85)، يفور عند إضافة حمض (HC1) الساخن أو المخفف.

ف. الماجنيزات "Magnessite"

من المعادن الأولية اللاسليكاتية لمجموعة معادن الكربونـات اللامائيـة ولكنه أقل شيوعاً في التربة من الـدولوميت، تركيبـه الكيميـائي "$Mg\ CO_3$" متبلور في فصيلة الثلاثي "Trigonal"، اللون أبـيض أو أصـفر أو رمـادي، البريق زجاجي أو مطفي في العينات الغير نقية، شفاف إلـى نـصف شـفاف، مكسرة محاري، به انفصام كامل، صلابته (3.5-4.5)، وزنه النوعي (3-3.2) ويستخدم في صناعة الحراريات والورق والسكر وإنتاج غـاز ثـاني أكـسيد الكربون "CO_2".

ص. الماجنيتيت "Magnetite"

من المعادن الأولية اللاسليكاتية من مجموعة معادن الأكاسـيد اللامائيـة تركيبه الكيميائي "$Fe_3\ O_4$" يتواجد في الجزء الخشن من التربة، متبلـور فـي فصيلة المكعب "cubic" لونه أسود حديدي، يوجد علn هيئـة كتـل دقيقـة أو حبيبات خشنة، البريق فلزي ضعيف أو مطفي، ذو تأثير مغناطيسي قوي لدرجة أنه يجذب الإبر والمسامير وصلابته فوق المتوسط (6)، وزنه النـوعي عـالي (5.2) ويوجد بكثرة في الطبيعة في الصخور البركانية والرسوبية والمتحولـة، مخدشة أسود، مكسرة محاري أو خشن والانفصام ضعيف.

ت. الهيماتيت "Hematite"

من المعادن الأكاسيدية اللامائية ذو مقاومـة كبيـرة للتجويـة تركيبـه الكيميائي "$Fa_2\ O_3$" ويعتبر مكون لكثير من المواد الأمية الترابية في المنـاطق الاستوائية وشبه الاستوائيه يتكون على شكل حبيبات شبه ميكروسكوبية ويتفاعل مع مواد أمية أخرى محتوية حديد ويتحول إلى معدن ثانوي، متبلور في فصيلة الثلاثي، لونه أحمر يميل إلى البني أو الرصاصي أو الأسود، يوجد على هيئـة كتل مختلفة الأشكال، البريق فلزي في الأنواع المتبلورة ومطفي فـي الأنـواع الترابية، معتم مخدشه أحمر أو بني الإنفصام ضعيف، مكسره محاري أو خشن، الصلابة فوق المتوسط (5.5–6.5) ولكن في الأنواع الترايية أو المطفيـة (1) الوزن النوعي عالي (4.8–5.3)، يتواجد في خامات الحديد وفي جميع أنـواع الصخور.

خ. السيدرايت "Siderite"

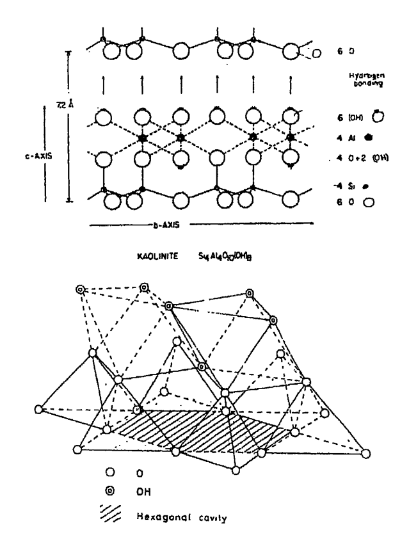
السيدرايت من معادن الكربونات اللامائية "$Fe\ CO_3$" ولكنه أقل شـيوعا في التربة نظراً لمقاومته للتجوية ولا يتفكك إلا بالحمض الحار، متبلـور فـي فصيلة الثلاثي لونه بني مصفر أو محمر، البريق زجاجي أو لؤلؤي، مخدشـة أبيض، شفاف إلى معتم، مكسر غير مستوي، به انفصام معين كامل، صـلابته (4.5–3.5) وزنه النـوعي (3.7–3.96) يتواجـد فـي العـروق المحاريـة والرسوبيات الطينية للصخور الرسوبية والفحم.

ثانياً: المعادن الثانوية (Secondry Min.)

الكاولينايت "Kaolinite" والهلويسات:

الكاولينايت معدن سليكاتي ثانوي متبلور، يتكون من صفيحة الجبسمايت (إكتاهيدرا الألومنيوم $[Al_2\ (HO)_6]$وصفيحة السليكاتترا هيدرون "$Si_2\ O_5$" و2 هيدروكسيل $(HO)_2$) بين الطبقتين لوحدة الخليـة الواحـدة (Unit sel) لذلك نجد أن التركيب البنـائي العـام $(Al_4\ Si_4\ Ol_0)\ (OH)_8$) والكيميـائي ($(Al_2\ Si_2\ O_3)(OH_4)$) ويعتبر الكاولينات من المعادن الثانوية الطينية ثنائيـة الأكتاهيدرا أي أن ثلثي المواقع الأوكتاهيدروية مشغولة بـالألومنيوم، ويتكـون معدن الكاولينات من معدن الفيرمكلايت عند توفر ظروف غسيل شديدة للمعادن الأولية السليكاتية الغير متبلورة مثل الرماد البركاني والابسيديون ويسود انتشار هذا المعدن في ترب المناطق الاستوائية لتوفر ظروف تجوية شـديدة ومعـدل غسيل عالي وإحلال متماثل وتكون وحدة التكيب "unit sel" صفيحة واحدة من تتراهيدرا السليكا وصفيحة واحدة من اوكتاهيدرا الأولومنيوم الثنائيـة وتلـتحم الصفيحتين لتكوين طبقة معدنية (1:1) عن طريق اتحاد ذرات الأكسجين القممية لوحدات النيتراهيدرونات إلى صفيحة واحدة من الأكتاهيدرات (انظر الشكل 2-11).

ولا يتمدد معدن الكاولينات في الماء لوجود رابطـة هيدروجينيـة بـين الطبقات لذا بعده البلوري ثابت 7.15 أنجستروم ويكسر البناء عند درجة 550م وحجم الحبيبة النسبي



(شكل 2-11): التركيب البنائي لمعدن الكأولينايت
[Structure of Kaolinite]

أكبر مقارنة من المعادن الثانوية السليكاتية الأخرى وشـحنته صـغيرة وتعتمد على ال "PH" ما عدا الأطراف لعدم وجود إحلال متماثل في هذا المعدن وسعة التبادل الكايتوني منخفضة (3-15) مليمكافئ لعدم وجود إحلال متماثـل في هذا المعدن إلا في الأطراف المكسرة ومعادن هذه المجموعة لهـا جـسور بروتينية "Brotonic Bridges" بين الطبقات وشحنة هذا المعدن عاليةعنـد ال "PH" المنخفضة والرطوبة المستعادة "M. Retention" قليلة ولذا مبـدئياًيمكن التعرف عليه باللسان واللعاب (لا يمتص اللعاب) وسمك طبقةالتيتراهيدرا 2.9 A وطبقته الاكتاهيدرا 1.5 A ومجموعة الهيدروكسيل البلورية (OH) تتواجـد فوق الفراغات السداسية لطبقة التتراهيد والمظهر المورفولوجي لهـذا المعـدن صفائح سداسي m وتحتوي على كمية كبيرة مـن "Al_2" وتفاعلـه الحـراري الداخلي ضعيف والخارجي عالي ويعتبر هذا المعدن مقاوم للتجوية ومن معادن هذه المجموعة "Dickete" وال "Nacrite" وتتكون هذه الأنواع المختلفة نتيجة الاختلاف في وضع الوحدات البنائية فوق بعضها وأحياناً فـي وضـع ذرات الألومنيوم في المواقع المختلفة الموجودة في صفيحة الاكتاهيدرا.

أما بالنسبة لمعدن الهالويسات فهو عبـارة عـن معـدن ثـانوي شـبيه بالكاولينات مع وجود 4 ذرات ماء لكـل وحـدة (خليـة) ممـسوكة برابطـة هيدروجينية ضعيفة ولكن الأربع ذرات ماء تطرد عند 100 درجة مئويـة ولا يتميأ هذا المعدن مرة أخرى (Rehedration) لتكون الرابطة الهيدروجينية ولذا نجد البعد البلوري لهذا المعدن يتحول من 25-A10 وتـدريجياً إلـى 7.5 A ولهذا يمكننا التمييز بسهولة بينه وبين "Kaolinite" إضـافة إلـى أن الـشكل الظاهري و المورفولـوجي للهلويـسات أنبـوبي ورفيـع (بالميكروسـكوب الإلكتروني) وبمعاملته بـالقليكول "glycol" يـزداد البعـد البلـوري وعنـد

درجته500-550 \ درجة تتكسر ال (HO) وينتج تفاعل حراري داخلي قــوي كما أن هذا المعدن يظهر مدى واسع من الانعكاس بأشعة X بسبب التوزيع غير المنتظم لجزيئات الماء بين الطبقات والتركب الكيميائي العام للهلويسات لوحــدة الخلية هو:

$$(Al_2\ Si_4\ O_{10}\ (OH)_8\ 4\ H_2O)$$

الالايت "Illite"

الالايت معدن ثانوي سليكاتي طيني يتكون من تجوية ميكانيكية وإحــلال متماثل لمعدن البيضاء الأولية (Muscovite) ولذا أحياناً يسمى (hydreous mica) وبلورات هذا المعدن أحادية الميل "moloclinic" وأبعــاده البلوريــة A=0.2 A، B=9 A، C=10 A ولذا يطلق عليه اسم معدن ال (10 A) كون هذا البعد مميز لهذا المعدن وثابت أي لا يتمدد بسبب وجود البوتاسيوم الممسوك بقوة بين الطبقات وبالذات في وسط طبقات هذا المعدن ويعتبر هذا المعدن ثنائي الأكتاهيدرا غالباً والبوتاسيوم في المعادن الثنائية الأكتاهيدرا يكون ممسوكاً بقوة إلا أن أطراف الالايت تفقد بعض البوتاسيوم وتدخل أيونات متأدرتة وجزيئــات ماء مما يؤدي إلى تمدد أطراف البلورة فقط مع بقاء الجزء الأكبر منهــا فــي صورة متضاغطة ولذا فإن المعدن يعطي بعد بلوري (10°A) أنجستروم وحزمة منتشتة ذات أبعاد متفاوتة بين(10° - A10°) أنجستروم.

التركيب الكيميائي العام لهذا المعدن هو:

$$K_1\ (Si_3Al_1)\ Al_4\ O_{20}\ (OH)_4\ nH_2O$$

والتركيب البنائي $(Si_8 - xAlx)^{IV}\ (Al_4)^{VI}\ O_{20}\ OH)_4\ Kx$

وقد يختلف عدد الأيونات بسبب الإحلال المتماثل البسيط في طبقة التتراهيدرا أي أن الألومنيوم (Al) يحل محل بعض السليكون في صفيحة [Titra] وإحلال (Mg) أو (Fe) بدل (Al) في صفيحة (.Oct) والصوديوم والكالسيوم بدل K بين الطبقات ولذا تركيبه الكيميائي متفاوت ويعتبر حجم الحبيبة متوسط مقارنة بالمعادن الثانوية السليكاتية الأخرى ونسبة عدد طبقات (Titrah) إلى الأكتاهيدرا (2 : 1) والشحنة الكلية منخفضة بسبب أن الإحلال المتماثل يكون قليل جداً ولذا سعة التبادل الكاتيوني منخفضة (25-30 مليمكافئ / 100جرام) ولو حل محل البوتاسيوم جزيئات ماء في الأطراف لأزيل هذا الماء (.Dehydr) عند 550 درجة ولذا يعتبر هذا المعدن من المعادن شبه الممتدة لدخول بعض جزيئات الماء بدل البوتاسيوم بين الطبقات ولذا البوتاسيوم منخفض.

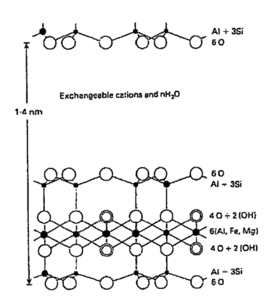
الفيرموكلايت "Vermiculite"

معدن ثانوي سليكاتي طيني ثنائي أو ثلاثي الأوكتاهيدرا ولكن غالباً ثاني الأكتاهيدرا ويشتق من تجوية الميكا الثنائية الأكتاهيدرا "Muscovital" أو الثلاثية أو الأليت الثانوية باستبدال البوتاسيوم الموجود بين الطبقات ودخول أيونات متأورنة مثل[Na، Mg،Ca] مما يؤدي إلى تمدد هذا المعدن ولكن نظراً لارتفاع شحنة الفيرموكلايت (الثلاثي) فإن التمدد يكون محدوداً لوجود كاتيونات متبادلة كثيرة، وقدرة الفيرموكلايت الثنائي الأكتاهيدرا على تثبيت البوتاسيوم تكون عالية رغم انخفاض شحنته عن الثلاثي الأكتاهيدرا لذا فإن معدن الفيرموكلايت يتميز بالبعد البلوري [14A] والذي يتحول إلى [10A] بالمعاملة بمحلول كلوريد البوتاسيوم [KCl] والجفاف.

ويحتوي معدن الفيرموكلايت على ماء بين الطبقات أكثر من الميكا ولكن الماء البلوري متساوي والسعة التبادلية الكايتونية لهذا المعـــدن مرتفعـــة 150- 220 مليمكافئ/100 جرام والسطح النوعي كبير نظراً لتمدد المعـــدن وصـــغر حجم حبيباته، والإحلال المتماثل في هذا المعدن يتم في طبقة الأكتاهيدرا ونسبة عدد طبقات الأكتاهيدرا إلى التتراهيدرا 1 : 2، والتركيب البنائي لوحدة الخليـــة لمعدن الفيرموكلايت الثنائي الأكتاهيدرا [نظر الشكل 2-12] هو كالتالي:

$$(Si_8Alx)^{IV} (Al_4)^{VI} O_{20} (OH)_4 Ky Rx - y.n H_2O$$

ولكن التركيب الكيميائي العام $(Al_2 Mg) Si_3 Al_1 (OH)_2.n H_2O$



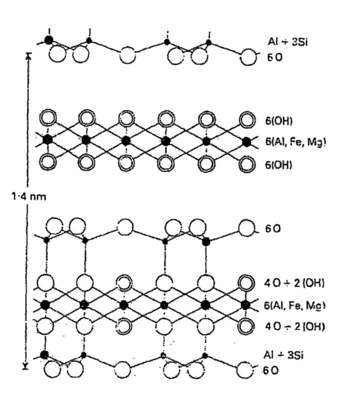
(شكل 2–12): التركيب البنائي لمعدن الفيرمكلايت
[Structure of Vermiculite]

ولا يوجد هذا المعدن نقياً في الطبيعة ويوجد هذا المعدن في المكون الناعم (الغرين والطين) من التربة وعند تسخين هذا المعدن بعض (Al) ينطلق من البناء البلوري ويمكن أن يثبت مرة أخرى وأيضاً عند تجوية هذا المعدن بعض الألومنيوم الحر يتكون ويمكن أن يثبت مرة أخرى وأيضاً عند تجوية هذا المعدن بعض الألومنيوم الحر يتكون ويمكن أن يثبت بين الطبقات مثل الكاتيونات الأخرى وبسهولة تتكون مركبات مضاعفة الأصل (بوليمر) مشحونة

والتي تؤثر في معادلة الشحنة السالبة الزائدة الناتجة من الإحلال بين طبقات المعدن غير قابل للتبادل الكاتيوني بكاتيونات أخرى ولذا تقل سعة التبادل الكاتيوني إذا حدث ذلك.

الكلوريت "Cholorite"

معدن ثانوي سليكاتي طيني يتكون بنائه من أربع صفائح 2 : 1 : 1 [شكل 2-13] أي صفيحتين تتراهيدرا وصفيحتين أوكتاهيدرا وهو عبارة عن سليكات الحديد والمغنيسيوم والألومنيوم المائية ويتميز بلون أخضر وهيئة بلورية صفائح وانفصام في صفائح غير مرنة ويعبر الكلوريت من المعادن الشائعة الانتشار ذات النشأة الثانوية (بالرغم من أن الكلوريت ثلاثي الأكتاهيدرا يعتبر أولي) ويتكون الكلواريت من تحلل البيركسينات [(Augite) (Pyroxine)] أو الأمفيبول أو (rnblend) وقد يتكون بعملية التحول لمعادن (2 : 1) بإضافة طبقة بروسايت عليها مع وجود تركيزات عالية من المغنيسيوم وظروف قلوية.



(شكل 2-13): التركيب البنائي لمعدن الكلورايت
[Structure of Chlorite]

ويعطي هذا المعدن بعداً بلورياً مقداره (14) انجستروم ولا يتغيـــر هـــذا البعد بالمعاملة بالبوتاسيوم أو بتسخين المعدن إلى درجة 550 م ولكن المعـــدن يتحطم عند درجة 650م.

لا يتمدد هذا المعدن عند وجود الماء لأن الإحلال في طبقة التتراهيـدرا (Tir.) يعوض بدخول طبقة بروسايت والتي تسمك بقوة بالـشحنتين الـسالبتين لوحدة الخلية لذا الكلورايت له سعة تبادلية منخفضة جداً ومنعدمة كون الإحلال المتماثل في طبقة التتراهيدرا يتعوض بالبروسيت ومعظم أنواع الكلوريت ثلاثية الأكتاهيدرا ولكن هناك أنواع ثنائية الأكتاهيدرا تتواجد في التربة، وتوجد شحنة سالبة زائدة في طبقة التيتراهيدرا بسبب الإحلال المتماثل للـسليكا بـالألومنيوم وطبقة البروسيت فيها شحنة (+) نتيجة الإحلال للألمنيوم بالأيونـات الثنائيـة التكافؤ.

وتركيب معدن الكلوريت الكيميائي:

$$(Mg, Al, Fe)_{12} (^{11}Si\ Al)_4\ O_{20}\ (OH)_{16}$$

رغم أن التركيب الكيميائي قد يتبـاين كثيـراً بـسبب إحـلال الحديـد والمغنيسيوم بدرجات متفاوتة ويتميز الكلورايت بتراص الطبقة الهيدروكـسيلية بشكل خطوط ووجود أكسدة للحديدوز والذي يوضح حدوث التجوية فيه.

السمكتايت "S mctite"

السمكتايت معدن ثانوي سـليكاتي طينـي ذو نـسبة (2 : 1) لـصفائح التيتراهيدرا إلى الأكتاهيدرا. يضم معادن ثنائية الأوكتاهيـدرا (المونتمولينـات والبيدلايت والنترونايت) وثلاثية الأوكتاهدرا مثـل [الـسابونيت والهكتاريـت (Hectorite) والاستيفنسأيت (Stevensite)] وتتميز معظم معادن السمكتايت بالتمدد الكامل بالماء لانخفاض الشحنة السالبة. وتعطي هذه المعادن بعداً بلورياً متمدداً يزيد عن (A17˚) وتختلف اختلافاً كبيراً في تركيبها وتعتبر هذه المعادن

مهمة جداً في التربة نظراً للدور الكبير الذي تلعبه في التفاعلات التي تحدث في التربة مثل تبادل الأيونات والتمدد والانكماش وفـي تأثيرهـا علـى الـصفات الطبيعية للتربة ولذلك تتميز هذه المعـادن بـسعة تبادليـة عاليـة (70-140 مليمكافئ/100جم) وقدرة عالية على التمدد والانكماش بين الطبقات وينتفخ عند وجود كميات كبيرة من الماء وسنقوم بدراسة معادن هذه المجموعة لأهميتها:

1- معدن المونتموريلينايات:- (Montmorillonite)

يتكون هذا المعدن من الالايت بالإحلال المتماثل في صفيحة الأوكتاهيدرا (Octahedra Sheet) بدخول المغنيسيوم محل الألومنيوم وامتصاص جزيئات من الماء بين طبقات المعدن أو من معادن الميكا الأولية بجميع أنواعها نتيجـة التجوية والتأدرت أو من المحاليل الأرضية بالسليكا والألومنيـوم والمغنيـسيوم والقواعد ويعتبر المونتمورلينـت "Montmor" ثنـائي الأوكتاهيـدرا أي أن الألومنيوم الثلاثي التكافؤ والحديد الثلاثي التكافؤ يتواجد في صفيحة الأكتاهيدرا في كل موقعين من ثلاثة مواقع ولا يوجد إحلال متماثل في صفيحة التيتراهيدرا (رباعية الأوجه) ولذا فنقص الشحنة تكون في صفيحة الـ "Octahydrs" ولذا مصدر السعة التبادلية هو الإحلال المتماثل في طبقة الأوكتاهيدرا فالمغنيـسيوم Mg^{+2} يحل محل جزء من الألومنيوم Al^{23} وهذا الإحلال يختلف مقداره ممـا يؤدي إلى اختلاف شحنة المعدن وبالتالي اختلاف سعته التبادلية ويـنفخ معـدن المونتمور لينايت بالماء حيث يمتص 4 جزيئات من الماء أو أكثر ولـذا بعـده البلوري مختلف بين 12-18 A ولا يثبت معدن المونتمورلنيات البوتاسـيوم أو الألومنيوم بسبب انخفاض شحنته وكون مصدر الشحنة من طبقة الأكتاهيدرا أي أن الشحنة مصدرها بعيد عن السطح.

والرمز الكيميائي للمونتورلينايت هو:

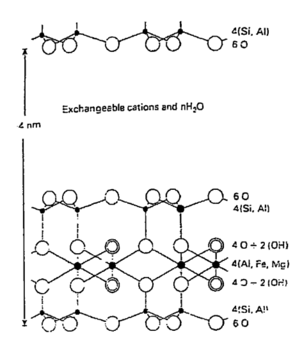
$Na_1 (Al_3 Mg_1) Si_8 O_{20} (OH)_4$

أما التركيب البنائي للمعدن [أنظر شكل 2-14] فهو كالتالي:

$(Si_8)^{IV} (Al_4 - x Mgx)^{VI} O_{20} (OH)_4 R^2 x/2 .nH_{2O}$

2. معدن النترونايت "Nontronite"

النترونايت معدن ثانوي طيني سليكاتي من مجموعة السمكاتايت ثنائية الأوكتاهيدرا يتكون من إحلال الحديد محل الألومنيوم في صفيحة الأكتاهيدرا ودخول جزيئات ماء في معدن الباراجونيت Paragonite



(شكل 2-14): التركيب البنائي لمعدن المونتموريلينايت
[Structure of Montmorillonite]

والبعد البلوري يختلف ويوجد دائماً به (Al) في طبقة الأكتاهيدرا وفيه نسبة كبيرة من الحديد وتركيبه الكيميائي:

$Na_{0.33}\ Fe_2\ (Al.\ Si)_4\ O_{10}\ (OH)_2\ nH_2O$

3. معدن البيدلايت "Beidalitd"

تتكون الشحنة الناقصة في صفيحة التيتراهيدرا (Tetrahydra) وتركيبه البنائي:

$$(Si_8 - xAlx)^{IV} (Al_4)^{VI} O_{20} (OH)_4 Rx/2\ n.H_2O$$

4. معدن الهكتورايت "Hectorite"

معدن ثانوي طيني سليكاتي من مجموعة السمكتايت ثلاثية الأكتاهيـدرا يتكون من معدن البيروفيلليت "Pyrophylleite" بالإحلال المتماثل في صفيحة الأكتاهيدرا بدخول الليثيوم محل جزيء من المغنيسيوم ولذا الـشحنة الناتجـة مصدرها صفيحة الأكتاهيدرا مع دخول ماء وتركيبه الكيميائي:

$$Na\ (Mg\ Li)_3\ (Si_4\ O_{10})\ (OH)_2\ n\ H_2O$$

5. معدن السابونيت "Saponite"

معدن ثانوي طيني سليكاتي من مجموعة السممكتأيت ثلاثية الأكتاهيـدر يتكون من الإحلال المتماثل في صفيحة الأكتاهيدرا (لذا تتكون الشحنة الناقصة من هذه الصفيحة) لمعدن التلك أبعد قليلاً من ذرات الألومنيوم تتراوح ما بـين 25–75 ذرة محل مماثل من السليكون لكل نصف خلية ونتيجة ذلـك الإحـلال تكون شحنته السالبة أقل من الشحنة الناتجة في الميكا وتدخل جزيئات الماء ولذا فالمعدن يتمدد ورمزه الكيميـائي $(Na\ Mg_3\ (Si\ Al)_4\ O_{10}\ (OH).\ N.\ H_2O)$ وتركيبه البنائي

$$[(Si_4 - xAlx)\ (Mg_6)\ O_{20}\ (OH)_4\ Mx\ N.\ H_2O]$$

معدن الاستفينسايت "Stevensite"

معدن سمكتأيتي ثلاثي الأكتاهيدرا ويتميز بنقص الشحنة بسبب أن بعض المواقع الأكتاهيدرية في صفيحة الأكتاهيدرا فاضية.

وتركيبه العام:

$[(Si_8)^{IV} (Mg_5 - x)^{VI} O_{20}]$

زولايت "Zeolites"

الزيوليتات معادن سليكاتية ثانوية غير طبقيـــة تتكـــون مـــن الـــسليكات المتأدرنة المتشابهة في التركيب الكيميائي وتكون سليكات الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم هي المكون الأساسي لهذه المعادن وتحتوي على نسبة كبيـــرة مـــن الماء توجد في كهوف وقنوات طويلة مختلفة الأشكال فـــي داخـــل بنـــاء هـــذه المعادن، وتتكون هذه المعادن من سلاسل حلقية متصلة ببعـــضها بالكاتيونـــات البينية، وتضم الزيوليتات عائلة كبيرة من المعادن إلا أن أهمها هي:

– الأنالسايت "Analcite" ذو شكل مكعبي

وتركيبه الكيميائي:

$[Na (Al SiO_3) n H_2O]$

– الهيولندايت "Heulendite" ذو شكل صفائحي

وتركيبه الكيميائي:

$[Ca(Al_2\ Si_6\ O_{16})_5\ H_2O]$

- الشابزايت "Chabazite" ذو شكل مكعبي

وتركيبه الكيميائي:

$[(Ca\ Na)\ (Al\ Si_2\ O_6\ .\ 3H_2O)]$

- الناترولايت "Natrolite" ذو شكل خيطي (نسيجي) (Fibrous)

وتركيبه الكيميائي:

$[Na\ (Al_2\ Si_{13}\ O_{10})_2\ H_2O]$

وتتحول بعض معادن الزيوليتات إلى معادن أخرى للزيوليات بمجرد معاملتها بمحاليل ملحية مثل معدن الأنالسايت "Analcite" يتحول إلى معدن الليوسايت "Leutcite" عند معاملته بمحلول كلوريد بوتاسيوم مركز، ويسود معدن الليوسايت في الصخورالبركانية وفي الترب التي تحتوي على رماد بركاني.

وتتميز معادن الزيوليات بسعة تبادلية مرتفعة جداً بين (100-300 مليمكافئ/100جم) لذا تعتبر مهمة في التربة إضافة إلى أن معادن الزيوليت عند تسخينها بالحرارة يطرد الماء منها بسهولة ولا يتحطم لبناء الذري لها مما يعطي أهمية لعمل المرشحات منها (مصافي أو غرابيل).

وتختلف معادن الزيوليات عن معادن الطين الصفائحية في أن معادن الطين الصفائحية تتكون من طبقات قابلة للانتفاخ بينما الزيوليات أغلبها صلب

غير قابل للانتفاخ لذلك لا يمكنها إسكان أيونات أكبر من حجم معـين. وتوجـد مغلب هذه المعادن في الأراضي القلوية وتعطي الزيولايت بعداً بلورياً يتـراوح ما بين (2-3، 2 A).

الهورمايت "Hermite"

تشمل هذه المجموعة عدة معادن طينية سليكاتية (Clay sil.) خيطية غير طبقية (Fibrous) تتميز بخطوط بشكل ممرات (Baths – shaped) وتختلف فيما بينها بعدد خطوط السليكا وطول الألياف وهذه المعادن طبقاتها غير مستمرة وتركيبها العـام {$[Mg\ Al]_2\ Si_4\ O_{10}\ (OH)_4\ H_2O$}، ومـن معـادن هـذه المجموعـة الـسيبولايت "Sepiolite" والأتابولتايـت "Altapulagite" والباليقورسكايت "Playgorskite"، ومن ناحية البناء نجد أن معدن السيبوليت يختلف في بنائه عن الأتابولجيت والباليقورسكايت المتشابهين في البناء رغم أن لسيوليت والأنابولجايت لهما نفـس التركيـب. ويختلـف الأتابولنفايـت عـن الباليقورسكايت في أن طول ألياف الأنابولقأيت أقصر من الباليقورسكايت وتمتد وحدة طبقة السليكا Si_2O_3 في اتجاه موازي بشكل خطوط لمحور الألياف بينما تكون خطوط السليكا في حالة الأتابولتايت (4) خطوط بينما في حالة السيبولايت تكون (6) خطوط، وهذا يعطي السيبولايت تكوين ممرات عريـضة (9.4×3.8 A انجستروم) والماء الموجود في ممرات معادن الهورمايت نوعين:

النوع الأول: عبارة عن جزيئات ماء لتكملة إعداد الارتباط للمغنيـسيوم والألومنيوم في طرف الأكتاهيدرا.

أما النوع الثاني: فهوعبار ة عن جزيئات ماء عادية تملأ القنوات ويمكن إزالتها بالتسخين.

ويؤدي إحلال الألومنيوم محل السليكون في صفيحة التيتراهيدرا إلى تكوين شحنة عالية لهذه المعادن، إلا أن جزء من هذه الشحنة يحدث له تعويض نتيجة للإحلال المتماثل في صفيحة الأكتاهيدرا مما يؤدي إلى أن طبقة الأكتاهيدرا تكون موجبة الشحنة وبذا تنخفض الشحنة السالبة الناتجة عن الإحلال في التتراهيدرا. والسعة التبادلية لهذه لمعادن تتراوح من (24-26 مللي مكافئ/100جم) من المعدن على أساس الوزن بعد الاحتراق ويمكن التعرف على حبيبات هذا المعدن بسهولة تحت الميكروسكوب الإلكتروني عن طريق وجود الألياف المختلفة الحجم للمعادن المختلفة في مجموعة الهورمايت وتتراوح أبعاد هذه الألياف (17 ملليمكرون) في العرض وبين (600-700 ملليمكرون) في الطول أما السمك فيكون صغيراً.

الألوفان "Allophane"

يعتبر الألوفان معدن ثانوي سليكاتي غير متبلور لذا فإنه لا يعطي خطوطاً مميزة بواسطة الأشعة السينية ولكن بعض أنواع الألوفان تعطي خطوطاً ضعيفة في حالات نادرة، ويختلف تركيب الألوفان من عينة إلى أخرى اختلافاً كبيراً بل إنه يصعب إعطاء تركيب معين للألفان بسبب صعوبة الحصول على عينة نقية من الألوفان ولكنه بشكل عام تكون نسبة السليكا إلى أكاسيد العناصر.

(R_2O_3 : SiO_2) في معدن الألوفان تقل عنها في حالة معادن الطين وأن محتوى الألوفان للأيونات من القلويات الأرضية منخفضة للغاية، ويحتوي الألوفان على نسبة عالية من الفوسفات تصل إلى أكثر من 10% في صورة (P_2O_5).

وللألوفان سعة تبادلية كاتيونية تتراوح ما بين (25–50 مللي مكافئ/100جم). وتزداد السعة التبادلية الكاتونية بارتفاع قلوية الوسط، بينما تزداد سعته التبادلية الأيونية بزيادة حموضة الوسط، وتحتوي جميع الترب على الألوفان ولو بكميات قليلة إلا أن الترب المتكونة من الرماد البركاني تكون نسبة الألوفان كبيرة فيها وخاصة عند وجود كميات ضئيلة من القلويات والقلويات الأرضية مثل المغنيسيوم ويصحب تواجد الألوفان تواجد معدن الهالويزات.

الإنكيرايت "Ankerite"

معدن ثانوي لا سليكاتي يتكون من إحلال أيونات الحديد والمنغنيز بدل بعض أيونات المغنيسييوم في معدن الدلومايت ($Ca\ CO_3\ Mg\ CO_3$) ولذا فإن تركيبه الكيميائي CO_3، (Mg Fe, Mn)، $CaCo_3$ ويتبلور هذا المعدن في فصيلة الثلاثي وهو معدن عديم اللون أو أبيض مصفر أو يميل إلى البني أو الرصاصي وبريقه زجاجي أو لؤلؤي، شفاف إلى نصف شفاف وأحياناً معتم في الأنواع غير النقية الكتلية، مكسر هذه المعادن محاري أو غير مستوي، هش، له انفصام معيني كامل، الصلابة (3.5–4) والوزن النوعي (2.85) ويأتي إلى التربة عن طريق تجوية مادة الأصل التي تكون غالباً حجر جيري (دولوميت) ويتواجد هذا المعدن في التربة الجيرية ويعتبر المعدن قليل الذوبان في الماء ولكنه يذوب في المحاليل الحامضية.

الكالسايت "Calcite" (Lime)

معدن ثانوي غير سليكاتي يتكون في التربة من المواد المنقولة الجيرية ويتكون محلياً من تجوية وكربنة مادة الأصل المحتوية على كالسيوم، وكونه يذوب بسرعة عند وجود أحماض كربونية فإنه يغسل في الترب الرطبة ولذا

ينتشر في الترب الجافة والشبه جافة ويعتبر من معادن الكربونـــات اللامائيـــة وتركيبه الكيميائي [$CaCO_3$] الثانوية ويتبلور في فصيلة السداسي وهو معــدن عديم اللون أو أبيض وقد يكون مائلاً للرمادي الأصفر أو الأزرق ويوجد علـــى هيئة بلورات منفصلة أو بشكل حبيبي أو ليفي وعلى هيئة هيف (ميسيليا) شفاف أو نصف شفاف بريقه زجاجي أو لؤلؤي وأحياناً مطفـــي، مكـــسره محـــاري، مخدشه أبيض، الانفصام كامل وسهل في ثلاثة مستويات، الصلابة أقــل مـــن المتوسط (3) والوزن النوعي متوسط (2.72) الأنواع الشفافة والنقية منه تسمى (آيسلاند سبار) يتفاعل بشدة مع حمض الهيدروكلوريك ويتواجــد فـــي التـــرب الجيرية ويستخدم في البناء وفي صناعة الإسمنت والبصريات.

الجبسايت "Gibbsite"

معدن الجبسايت عبارة عن معدن ثانوي لا سليكاتي يتركب كيميائياً مـــن [$Al(OH)_3$] ويتواجد بكثرة في الترب التي فيها ظروف تجوية شديدة متقدمـــة وغسيل عالي مثل المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وفـــي الجـــزء النـــاعم (الطيني) من التربة أو الخشن في صورة حبيبات مركبة ويتكون مـــن تجويـــة الكاولينايت وتأثيره سلبي في خصوبة التربة ولذا يعتبر هذا المعدن معدن طيني أكسيدي، وبللورات هذا المعدن صغيرة جداً، وعند تحليله بالأشعة السينية يعطي بعداً بلورياً من (Å 4.3–4.8) ويلعب هذا المعدن دوراً في كيمياء العناصر من حيث التأدرت والتشتت ويعتبر وجوده في التربة دلالة على مدى شدة عمليـــات التجوية الكيميائية.

الجويثايت [FeO(OH) "Geothite"]

معدن ثانوي لا سليكاتي يتكون في التربة عادة مـن التبلـور البطـيء لهيدروكسيدات الحديد أو أكسيد الحديديك ويعتبـر مـن المعـادن الأكاسـيدية المتأدرنة يتبلور في فصيلة المعيني القائم، لونه أسود بني وأحياناً مصفر، يوجد في صورة مجموعات بلورية كروية أو شعاعية، البريـق ماسـي أو حريـر، مخدشه بني مصفر أو داكن معتم، مكسره شبه محاري أو غير مـستوي، بـه انفصام واضح الصلابة متوسطة (5-5.5) والـوزن النـوعي متوسـط (4.4) ويوجد بكثرة في الترب الحديدية "Latterite" كمادة متبرقشة، ويعتبر مكـون رئيسي في الـ (Bauxite) ويعطي بعداً بلورياً بأشعة (x عنـد 2.69 و 4.18 A) ويتحول إلى "Hematite" عند 400 درجة مئوية.

الجبس "Gypsum"

الجبس معدن ثانوي لا سليكاتي من معادن الكربونات المائيـة وتركيبـه الكيميائي كبريتات الكالسيوم [$Ca\ SO_4.\ 2H_2O$]، ويتبلور في فصيلة أحـادي الميل عديم اللون أو أبيض أو رمادي أو أصفر أو أحمر حسب وجود الشوائب يوجد على هيئة بلورات أو كتل حبيبية أو ألياف، البريق زجـاجي وحريـري ولؤلؤي حسب نوع الشوائب، شفاف إلى نصف شفاف، مخدشه أبيض، مكـسره محاري، الانفصام كامل وينقضم بسهولة إلى قشور أو ألياف رقيقة، الـصلابة منخفضة (2) ويخدش بسهولة بالأظافر، الوزن النوعي منخفض (2.32)، عنـد تسخينه فوق 100م يفقد جزءاً من مائة ويوجد في التربة مع الهاليت، ويستخدم في صناعة السماد الكيماوي (كمخفض لدرجته القلوية فـي التربـة) وصـناعة الزجاج والورق والإسمنت والطلاء، وله انعكاس بأشعة X عند (7.56 و3.06

و A 2.27) هذه الانعكاسات تتحطم عند التسخين بدرجة حرارة مقــدارها 250 درجة مئوية.

الهيماتيت "Haematite" [Fe_2O_3]

الهيماتيت من المعادن الأكاسيدية اللامائية ذو نشأة ثانوية غير ســلكاتية ويتكون من أكسيد الحديديك (FeO_3) في التربة ويتواجد بشكل حبيبات صــغيرة جداً شبه ميكروسكوبية ويتكون من المعادن الأولية الحديديـــة ويعتبــر مكــون أساسي في ترب المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ويعطي اللــون الأحمــر للتربة (Plinthite) ويتواجد الهيماتيت في الجزء الخشن من التربـــة (الرمــل والسلت) في صورة حبيبات مركبة أو نويات "Concretion" ويعتبر مقــاوم للتجوية عند تواجده في الصخور الأمية الأولية ولكن في التربة يكــون ســهل التجوية بصلابة (1) ويتبلور هذا المعدن في فصيلة الثلاثي ولونه أحمر يميــل إلى البني أو الأنواع المتبلورة ومطفي في الأنواع الترابية معتم، مخدشه أحمــر أو بني، الانفصام ضعيف، مكسره محاري أو خشن، الصلابة فوق (5.5–4.5) ولكن في الأنواع الترابية والطينية (1) والــوزن النــوعي عــالي (4.8–5.3) ويتواجد في جميع أنواع الصخور وفي ترب المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ويعطي الهيماتيت بعداً بلورياً بأشعة X (2.69 2.51 3.67 A).

الهالايت "Halite" (NaCl)

معدن ثانوي لاسليكاتي متبلور يتواجد في الصخور مع الكلس وفي التربة يتواجد في المواد الأمية للتربة ولكن غالباً يتبلور محلياً في المحلــول الترابــي المالح وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة ويتراكم في التربة فـــي الفــراغ الهوائي وحول سطح حبيبات التربة. ويذوب هذا المعدن في التربة وقد تنفــصل

مكوناته وتتحد من جديد ويتكون هذا المعدن من كلوريد الصوديوم، يتبلور فــي فصيلة المكعبي، معدن عديم اللون أو أبيض وكثيراً يميل إلــى الاصــفرار أو الاحمرار أو الزرقة لوجود شوائب به، يوجد على هيئة بلورات مكعبة الشكل أو على هيئة كتل حبيبية، شفاف إلى نصف شفاف البريق زجاجي، المخدش أبيض صغير، سهل الذوبان في الماء، له مذاق ملحي خاص، الصلابة منخفضة (2.5) الوزن النوعي منخفض (2.16) يتواجد في الترب المالحة (saline soil) وعند تواجده بكثرة يكون أفق ملحي يعرف بالـ "Salic Horizon".

الجاروسايت "Jarosite"

معدن ثانوي لا سليكاتي متبلور عند وجوده في التربة يخفــض تركيــز التربة (PH) إلى أقل من 3.5 ويعتبر معدن ضار (سام) لنمــو النبــات وهــو المسؤول عن تكوين أفق السلفريك (Sulfric) في التــراب المبتدئــة التكــوين (Inceptisols) ويتكون الجاروسايت في الترب التي بها تــصريف صــناعي وترب مصبا الأنهار ويغطى بفتحات بنية محمرة صفراء أو غبراء للتربة وبناؤه متماسك أو كتلي زاوي كبير ويعتبر معدن من معادن السولفات الحديدية وتركيبه الكيميائي $[KFe_3(SO_4)_2(OH)_6]$ ويظهر الجاروسايت في التربة بشكل منفرد أو بتجمعات ناعمة مكعبة. ويتكون نتيجة أكسدة معــدن البايرايــت (Pyrite)، انفصال Clevage كامل في اتجاه واحد.

ومن المعادن التي قد تتكون عند تكون الجاروسايت معادن أكاسيد الحديد المائية غير المتبلورة مثل معــدن اليمونيــت (Limonit) $[Fe_2O_3.nH_2O]$. والجويثايت $[Fe_2O_3.2H_2O]$. ومعدن البيرايــت (Pyrite) $[Fe_2S_2]$ والــذي يعتبر من المعادن الكبريتية اللامائية ويتكون غالباً في التربة محلياً بتفاعل حديد

التربة مع السولفات المائية لماء البحر لذا فأغلب الترب التي تحتوي على معادن الجاروسايت تتكون في المناطق غير الخصبة كونها حامضية حيث قد تصل درجة الحموضة PH أقل من 3.5 (أي حامضة جداً) وتدخل ترب هذا النوع في التصنيف الحديث للتربة في مجموعة الـ "Sulfaquents" ويكون لون الأفق الذي يحتوي على (جاروسايت) أصغر حيث أن "الجاروسايت" يعبر الممرات الترابية وبسمك قد يصل إلى 1سم. هذا ويعتبر معدن "الجاروسايت" سام للنباتات. وفي الصخور تكون "الجاروسايت" كنتاج لتجوية السولفايد الموجودة في محتوى الصخور.

ملاحظات هامة بصدد شحنات المعادن والإحلال:

1. في صفيحة الأوكتاهيدرا "Octahydra" تكون الصفيحة ثنائية الأكتاهيدرا (أي يتكون وحدتين أوكتاهيدريتين في كل ثلاث مواقع أوكتاهيدرية) وكون الكاتيتون الموجود ثلاثي التكافؤ وبالتالي سيكون تعادل الشحنة للطبقة ممكناً بكلتيونين، بينما تكون الصفيحة ثلاثية الأوكتاهيدرا (أي كل المواقع الأكتاهيدرية توجد في وحدات أوكتاهيدرية) كون الكاتيون الموجود ثنائي التكافؤ وبالتالي سيكون تعادل الشحنة لطبقة الأكتاهيدرا بثلاثة بكاتيونت ثنائية التكافؤ ممكناً.

ولذا Fe^{+2} ← Tricot ohy dral. Fe^{+3} ← Dioctohydr.

2. يتم معادلة نقص الشحنة السالبة في صفيحة ما بالشحنة السالبة الزائدة للصفيحة المجاورة بينما يتم معادلة الزيادة في الشحنة السالبة لطبقة ما في وحدة الخلية للمعدن إما بالكاتيونات الموجودة في الطبقات في وحدة

الخلية أو بالكاتيونات الموجودة خارج وحدة الخلية وهذا كله يؤثر في ظاهرة سعة التبادل الكاتيوني والطبقة المزدوجة.

3. المعادن عالية الشحنة أي التي يكون فيها شحنة الخلية سالبة أكثر من 1.2 لوحدة الخلية يكون التمدد فيها محدود مثل (الفيرمكلايت) بسبب وجود كمية كبيرة من الكاتيونات المتبادلة بين الطبقات .Interlayer) (Space) والتي تمنع دخول السائل القطبي بكميات كافية إلى فراغ بين الطبقات (Interlayers)، بينما المعادن منخفضة الشحنة (1.02-0.4) لكل وحدة خلية مثل معدن "Smectite" تأخذ كمية كبيرة من الماء بين الطبقات ولذا تتمدد أكثر بسبب وجود كاتيونات متبادلة قليلة بين الطبقات وطاقة تميؤها كبيرة.

4. التمدد والانكماش والانتشار والترسيب سببهم الطبقة المزدوجة (Double layer) والتي توجد بين طبقات المعادن الصفائحية .(Layer Mineral)

5. الطبقة في المعادن تتكون من صفائح والصفائح من مستويات.

الباب الثالث
العمليات الجيولوجية الخارجية

إن العمليات الجيولوجية الخارجية هي تلك العمليات النشطة التي تحـدث على سطح القشرة الأرضية تحت تأثير عوامل أهمها:

الهواء (ساكن أو متحرك) والمياه (سيول – أنهار – بحار – محيطـات) والجليد والجاذبية الأرضية، وتعمل هذه العمليات متظافرة أو مستقلة في تفتيـت ونقل وترسيب المكونات في المناطق المنخفضة. أي أن تأثيرها إجماليـاً يتجـه نحو تسوية سطح الأرض، بعكس العوامل الجيولوجية الداخلية والتي تؤثر فـي بناء تضاريس جديدة أي تسعى نحو تكوين هضاب وتلال أي أن هناك تنـافس عكسي بين تأثير العمليات الجيولوجية الداخلية والخارجية فالأولى تسعى إلـى بناء تضاريس جديدة بينما العمليات الأخرى تسعى إلى هدم هذا البناء وتـسوية سطح الأرض ولكننا في هذا الباب سنناقش فقط العمليات الجيولوجية الخارجية والتي تحدث تحت تأثير عوامل عديدة (مناخية فيزيائيـة وكيميائيـة وحيويـة) وتعمل هذه العوامل متظافرة أو مستقلة. فمثلاً نجد في عمليـة التجويـة تـأثير مناخي (بالأمطار أو الرياح أو الحرارة) وتأثير حيـوي بالكائنـات الحيـة أو الحيوانات وتأثير فيزيائي بالجاذبية أو بالجليد وتأثير كيميائي في تجوية الصخور كيميائياً ولذا فإن تأثير هذه العوامل تظافري في هذه الحالة، وقد يكون التـأثير مستقل أي لعامل واحد كتكون الكثبانات الرملية بالرياح فقط، وقد يؤثر عنـصر واحد لأحد العوامل في عمليتين مختلفتين كتأثير الماء مثلاً في التجوية كما أنـه يلعب أيضاً دوراً آخر في عملية التعرية في نقل المواد وسـحلها مـن أمـاكن التجوية والتعرية. هذا ويلعب الماء دوراً هاماً في التجوية الفيزيائية والكيميائية كما أنه يلعب أيضاً دوراً هاماً في عمليات تكوين الترب مثل التحلـل والتميـؤ

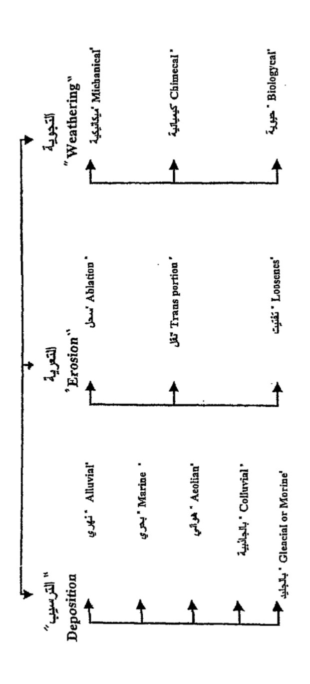
والاختزال وهجرة الأكاسيد والطين. وبوجود الماء تتم عملية التبادل الكـــاتيوني بالتربة والنبات.

ويمكن تقسيم العمليات الجيولوجية الخارجية من حيث التأثير إلى ثـــلاث عمليات رئيسية [أنظر شكل 3-1] وهذه العمليات هي:

أ- التجوية "Weathering"

التجوية هي عبارة عن مجموعة من العمليات (كيميائية فيزيائية حيويـــة) تعمل متضافرة في تكسير وتفتيت وتحليل وتحول المكونات الأوليـــة للـــصخور والرسوبيات دون نقلها إلا بمقدار الإزاحة والجاذبية، هذا وتتوقف سرعة التجوية بجميع أشكالها على التركيب المعدني للصخر، (Rock Forming Mineral) ونسجه الـــصخر وبنائهـــا (Texture & Structure) وصـــلابتها والمنـــاخ والتضاريس والزمن. فنجد مثلاً أن التجوية تكون سريعة عندما تحتوي الصخور على معادن داكنة مثل

(Ilemnite، Magnetite، Biotite، Hornblend، Auqite، Olivine)

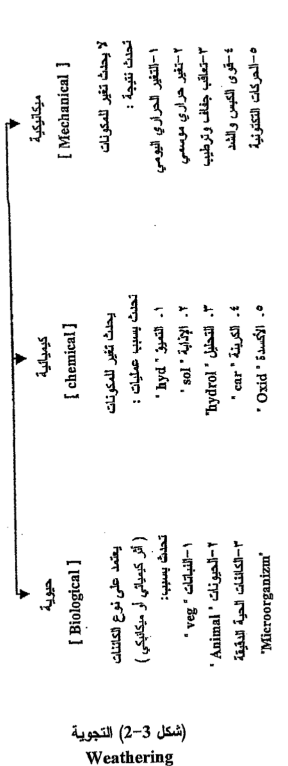


(شكل 3-1): العمليات الجيولوجية الخارجية
[External Geol. Processes]

بينما تقل كثافة التجوية عندما تحتوي الصخور على معادن فاتحة مثل معادن (السليكا – والفلسبار والفلسبار ثويد) كما أن التجوية تزداد كثافتها عندما يكون نسيج الصخر كبير الحبيبات وبناء الصخر يحتوي على مسامات وفواصل وصلابة المعادن ضعيفة مثلاً التلك والجبس وعلى العكس من ذلك تقل كثافة التجوية عندما يكون نسيج الصخر صغير الحبيبات وبناؤه لا يحتوي على مسامات أو فواصل وصلابة المعادن المكونة للصخر كبيرة مثل (الماس والثوباس والكوارتز). كما أنه في المناخ الجاف تسود التجوية الميكانيكية. وكذلك التضاريس تؤثر على أنواع التجوية، ففي المنحدرات الشديدة تسود التجوية الميكانيكية وفي القيعان (السهول) تسود التجوية الكيميائية أما بالنسبة لتأثير الزمن على الأنواع المختلفة في التجوية فيكون تأثيره أكثر بزيادة معدل الزمن ومن حيث الأثر يمكن تقسيم التجوية إلى ثلاث أنواع رئيسية [شكل 3-2] كالتالي:

1- التجوية الميكانيكية "Mechanical Weathering"

في هذا النوع من التجوية يحدث تكسير وتفتيت المواد الصخرية مع بقاء التركيب الكيميائي والمعدني للصخر دون تغيير وتحدث نتيجة التأثير المتضافر للماء والحرارة فعند تعرض سطح الصخور لحرارات مختلفة يحدث تقشر للصخر فتدخل كمية من مياه الأمطار أو السيول إلى تلك الشقوق وبانخفاض درجة الحرارة يتجمد الماء الموجود في تلك الشقوق ويزداد حجم الماء نتيجة تحوله إلى جليد مما يؤدي إلى تكسير الطبقات السطحية للصخور، كما أن التغير اليومي والموسمي في درجات الحرارة يؤثر أيضاً على تشقق وتكسير أسطح الصخور ويسود هذا النوع من التجوية في المناطق الجافة والرطبة الباردة.



(شكل 3-2) التجوية
Weathering

2- التجوية الكيميائية "Chemical Weathering"

في هذا النوع من التجوية يتم تفتيت وتحليل المواد المكونـــة للـــصخور وتحول بعض معادنها الأولية إلى معادن ثانوية نتيجة التأثير المتضافر للعمليات الكيميائية وهذه العمليات هي: التأدرت أو التميؤ و الـــذوبان والتحلـــل المـــائي والأكسدة والكربنة ففي عملية التأدرت تتحد جزيئات الماء مع بعـــض المعـــادن المكونة للصخر مما يؤدي إلى تكوين معادن جديدة مثل تكـــون الجـــبس مـــن الإنهدرايت ومعدن الليمونايت من الهيماتايت حسب المعادلات التالية:

$$CaSO_4 + H_2O \rightarrow CaSO_4.\ 2H_2O$$

أنهيدرايت　　　　جبس

$$Fe_2O_3 + 3H_2O \rightarrow Fe_2O_3.\ 3H_2O$$

هيماتايت (أحمر)　　　　ليمونايت (أصفر)

أما في عملية الذوبان (Solution) فيقوم الماء بإذابة بعـــض المعـــادن القابلة للذوبان للمكون المعدني للصخور ويتكون محلول مشبع بالمعادن الذائبـــة وعند زيادة تركيز هذه المعادن (نتيجة تبخر الماء) تترسب هذه المحاليل مكونة صخور جديدة مثل صخور الصواعد والهوابط (Stlctite Stlagmite) تاركـــة فجوات وفراغات في الصخور الأولى (المعروفة باسم الجروف والكهوف).

وفي عملية التحليل المائي (Hydrolysis) يتحلل جزيـــئ المـــاء إلـــى مكوناته (-HO) + (+H) وتتفاعل هذه المكونات مع معادن الصخور معطيـــة معادن جديدة ثانوية مثل تكون معدن "الكاولينات" من "الأورثـــوكلاس" حـــسب المعادلة التالية:

.$(2KAl\ Si_3\ O_8 + (H+)(OH-) \rightarrow Al_2\ Si_2\ O_8\ (OH)_4 + 4SiO_2 + 2K(OH))$

(ORTHOCLASE) (KAOBINITE) (سليكا)

أما في عملية الأكسدة (Oxidation) فيحـدث اتحـاد الأكسـجين مـع مركبات أو عناصر معادن الصخور فتتحول تلك المركبات إلى معادن جديـدة ثانوية، وتعلب هذه العملية دوراً هاماً في تحويل الصخور إلى تربة ومن أمثلـة هذه العملية:

$Fe^{++} - e \rightarrow Fe^{+++}$

(حديديك)(حديدوز)

وأكسدة مركبات :

$(Fe^{+++} - S_2 + 2O_2 \rightarrow Fe^{++}SO_4 + S)$

(Burite) (كبريتات حديدوز)

(سهلة الذوبان وتتفاعل مع مركبات أخرى)

أما في عملية الكربنة (Carbonation) فيحـدث اتحـاد ثـاني أكسـيد الكربون الجوي مع الماء مكوناً حمض كربونيك فيذيب هذا الحمض كربونـات الكالسيوم الموجودة في الصخور الجيرية معطياً بيكربونات الكالسيوم حسب المعادلات التالية:

$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$

2أ ك + ماء → حمض كربونيك

$$CaCO_3 + \quad H_2CO_3 \quad \rightarrow \quad Ca(HCO_3)_2$$

(بيكربونات الكالسيوم) (حمض كربونيك) (ص جيرية)

وكون بيكربونات الكالسيوم قابلة للذوبان في الماء يؤدي ذلك إلى ذوبان الصخور الجيرية وارتشاحها فتتكون فجوات وكهوف في الصخور الجيرية وتتكون معادن في تلك الكهوف من ترسب بيكربونات الكالسيوم في صورة كربونات الكالسيوم مكونة ما يعرف بالصخور الرسوبية الصاعدة والهابطة (الأستلاكتايت والاتتلاجمايت) وقد تعمل بعض هذه العمليات مشتركة مع بعضها البعض في تجوية الصخور مثال ذلك تحلل الفلسبارات بفعل التميؤ والذوبان والكربنة مما يؤدي إلى تكون كاولين (مترسب) وكربونات بوتاسيوم (تغسل) وسليكا حسب المعادلة التالية:

فلسبار (أورثوكلاز) + ماء + ك أ2 ←كاولين + سليكا + كربونات كالسيوم (سهلة الذوبان)

3- التجوية الحيوية "Biological Weathering"

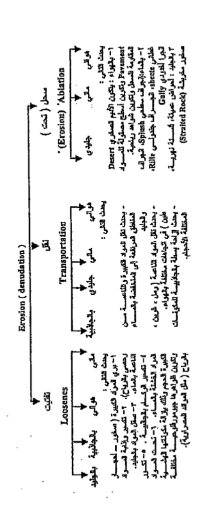
في هذا النوع من التجوية يحدث تحطيم وتفتيت وتحلل وتحول وخلط المواد المعدنية للصخور بفعل الكائنات الحية (نباتية أو حيوانية) الكبيرة أو الدقيقة فمثلاً الأرانب والفئران والثعابين وغيرها من الحيوانات الكبيرة تلعب دوراً هاماً في نبش وتفتيت الحطام الصخري وتحريكه، بينما تقوم جذور النباتات عند نموها بعمل الشروخ والفواصل للصخور مما يؤدي إلى تكسير وتفتيت الصخور كما تقوم الديدان بخلط مكونات الصخور والتربة وفي هذه الحالة يكون التأثير ميكانيكي أي يحدث تفتيت وخلط المكونات دون التغيير في

التركيب الكيميائي، ويسود هذا النوع في المناطق الجافة، بينما الكائنات الحية الدقيقة تلعب دوراً هاماً في تحلل المكونات المعدنية للصخور وتحويلها إلى معادن ثانوية وذلك بسبب إفراز هذه الكائنات الحية الدقيقة مثل (الأشنات، الطحالب، الأكثينومايسات، الفطريات، البكتيريا والفيروسات) أحماضاً عضوية وغازا تساعد على عملية التحلل والتحول للمكونات المعدنية للصخور مما يؤدي إلى حدوث عمليات مختلفة مثل الكربنة والنشدرة والتازات، ويعتبر تأثير هذه الكائنات الحية الدقيقة ذات طابع كيميائي في هذه الحالة، ويسود هذا النوع من التجوية في المناطق الرطبة الحارة.

ب- التعرية "Erosion"

بالرغم من أن التعرية كمصطلح أو كتعريف لا يزال تحت الجدل سواء بين أخصائيين التربة أو الجيولوجيين، فالجيولوجيون مثلاً يرون أن التعرية مجموعة عمليات بما في ذلك التجوية كعمليات داخلة في التعرية إضافة إلى عمليات التفتيت (بالنقل والإذابة) والنقل للمواد الصخرية، بينما أخصائيو التربة يحاولون فصل عملية التعرية عن التجوية ولكن يضل الجدل عن نوع العمليات المؤثرة في التعرية ودور هذه العمليات قائم وذلك كون عمليات التعرية تلعب دوراً مثل عملية التفتيت، ففي عملية النقل يحدث إزاحة للمكونات الصخرية وتفتيتها وفي عمليتي التفتيت والسحل (نحت) يحدث أيضاً إزاحة للمكونات الصخرية أثناء نقلها وقبل نقلها أي أن عملية التفتيت تحدث أثناء عملية النقل وتحدث أيضاً أثناء السحل (إزالة) ولذا في هذا الصدد سنحاول طرح منهجية علمية جديدة [أنظر شكل 3-3] وهي:

أولاً: هناك عدة عوامل تؤثر في حدوث عملية التعرية وهي الهواء والماء والجليد والجاذبية والطوبوغرافية.



(شكل 3-3): التعرية
Erosion (Denudation)

ثانياً: عند تأثير العوامل لمسببة لحدوث التعرية تبدأ عملية التعرية في عملها بالتأثير على المكونات الصخرية المفككة الناتجة من عملية التجوية والمكونات الصلبة وذلك من خلال ثلاث طرق السحل – النقل – التفتيت الميكانيكي.

السحل "Ablation"

يقصد بالسحل هنا إزالة المواد المختلفة الحجم من مكان ما بأي وسيلة (ماء، جليد، رياح) دون نقلها بحيث تترك ظواهر هرجيومرفلوجية تدل على وجود إزالة مواد مختلفة وقد يكون السحل إما بالهواء (الرياح) أو الماء (سيول أو أنهار) أو بالجليد.

ففي حالة السحل بالهواء (الرياح) يتكون الأديم الصخري (Desert Pavement) وهو عبارة عن أرض مستوية أو متموجة يظهر على سطحها أحجار ويحدث لأسطحها بري (Ablation) بشكل (Mozaic) بحيث تصبح تلك الأسطح مصقولة وتقع تحت تلك الأحجار والحصى مكونات نعامة لم تزال بسبب حماية تلك الأحجار والحصى لها. هذا وقد تتكون شواهد مختلفة عند السحل بالرياح القوية مثل الحصى الرياحي (أسطح عليها حصى أو قطع للصخور تتميز بأوجه مصقولة جداً في جميع الجهات) (Ventifact) والموائد الصحراوية (بشكل موائد ينتجه تآكل الطبقة الرخوة بالرياح) والشواهد الصحراوية والجبال الجزيرية والمنخفضات الصحراوية. أما عندما يكون السحل بتأثير الماء فيحدث عن ذلك تكوين مظاهر سحل مختلفة الأشكال والتي تتكون بالتعرية بالماء (Water Erosion) أي الانجراف المائي وتتكون من الأنواع التالية:

* انجراف سطحي (Splush E.) لا يزيد العمق 1 سم.

* انجراف غطائي (Sheet E.) العمق 1 – 4 سم.

* انجراف جندولي (Rill E.) للمناطق المنحدرة وعمقه 4سم – 100 سم.

* انجراف أخدودي (Gully E.) للمناطق المنحدرة جداً وعمق أكبر من 1 متر.

عندما يكون السحل بواسطة الجليد يحدث تكوين الظواهر (الجيومورفلوجية) التالية:

* ألسنة نهرية في أطراف الأنهار التي عبر فيها الجليد وتبدو صخور تلك الألسنة مخدشة نتيجة ضغط الجليد عليها وتسمى هذه الصخور بالصخور المخدشة (Stripped R.).

* أحواض عميقة تكون أسطحها مصقولة ومحدثة نتيجة ضغط الجليد والمواد المفككة المنقولة بالجليد.

النقل "Transportation"

تحدث عملية النقل مباشرة بعد عملية السحل وتنقل المواد بجميع أحجامها (صخور، حصى، رمل، طمي، غرين وطين) وإما بالهواء أو الماء أو الجليد أو بالجاذبية ورغم أن تلك المواد تتعرض للتكسير والتفتيت والصقل أثناء عملية النقل. إلا أن عملية التفتيت سنعتبرها عملية مستقلة وسنناقش العناصر التي

تساعد في نقل تلك المواد. والعناصر التي تساعد في نقل المـواد هـي المـاء والهواء والجليد والجاذبية. فعند نقل المواد المختلفة الأحجام بالمـاء (الـسيول والأنهار) تنقل المواد الخشنة إلى مسافات بسيطة نظراً لثقلها بينما تنقل المـواد الناعمة إلى مسافات بعيدة وتنقل المواد الكبيرة بالماء عن طريق التدحرج نظراً لثقلها بينما تنقل المواد الناعمة بالحمل (التعلق) نتيجة لانخفاض كثافتها وتعتمـد مسافة النقل على حجم وسرعة المياه الناقلة وحجم المواد المنقولة ونوع الانحدار الذي تجري فيه المياه الناقلة وحجم المواد المنقولة ونوع الانحدار الذي تجـري فيه المياه المحملة بالمواد وعند نقل المواد بالمياه يحدث لها صقل وتآكل وهـذه يسهل في معرفة عامل النقل حيث نجد المواد المنقولة بالميـاه تكـون حوافهـا مدورة ومصقولة مما يدل على انتقال المواد بالمياه. ويـسود انتـشار المـواد المنقولة بالمياه في المناطق المنخفضة.

أما عند نقل المواد بالهواء فتنتقل المواد بالحمل للمواد الثقيلة (حسب توفر رياح قوية) إلى مسافات بسيطة وتنقل المواد بالتعليق للمواد الناعمة إلى مسافات مختلفة وبعيدة وذلك لصغر حجم الحبيبات المنقولة ويحدث بري للمواد الخـشنة بالرياح بينما المواد الناعمة تنقل من جانب تلك المواد الخـشنة إلـى مـسافات بعيدة، ويساعد في عملية نقل المواد بالرياح عدم وجود الغطاء النباتي والرطوبة لأن وجود الرطوبة تعمل على تماسك الحبيبات والتصاقها مما يجعـل حملهـا صعباً بالرياح.

وقد يتم النقل بالجليد وفي هذه الحالة تحمل المواد على سطح الثلاجات و بداخلها أو بأسفلها وأثناء النقل بالجليد يحدث خدوش طويلة في صخور الـوادي الجليدي وجوانبه وتسمى هذه الـصخور بالـصخور المخربـشة (Stripped

(Rocks ووجودها يعتبر دليلاً على وجود النقل بالجليد. ويسود هذا النوع من النقل في المناطق الباردة الجليدية.

أما عند نقل المواد بالجاذبية فيحدث إزاحة بسيطة حيث تنهال المكونات المجواة أو الصخرية المختلفة الأحجام إلى مسافات بسيطة بمقدار الجاذبية فقط وقد تتدحرج بعض المكونات الصلبة إذا وجد انحدار شديد وعند نقل المواد بالجاذبية لا يحدث تطبيق للمواد حسب أحجامها بل تتواجد في شكل غير متجانس ومن أمثلة المواد المنقولة بالجاذبية الركامات الإنهيالية (Colluvial Deposition).

وقد تنقل المواد بمياه البحار والمحيطات وخاصة في المناطق الساحلية تحت تأثير الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية (الناتجة من تغير كثافة الماء والحرارة).

*** التفتيت "Looseness"**

عملية التفتيت هي عبارة عن عملية (فيزيائية) يحدث فيها تكسير وبري وصقل وإذابة للمواد أثناء نقلها ويتم التفتيت بالماء، أو الهواء، أو الجليد، أو الجاذبية، فعند نقل الرياح للمواد يحدث بريها وتفتيت أسطحها (صقلها) وعند نقل المواد بالماء يحدث تكسير وتكور وإذابة للمواد المنقولة بالماء، وعند نقل المواد بالجليد يحدث لها تكسير وتفتيت وقد يحدث تفتيت للمواد الهشة الموجودة بجوار المواد الصلبة الكبيرة مما يؤدي إلى تكوين مظاهر (جيرموفلوجية مختلفة مثل (الموائد الصحراوية والشواهد الصحراوية والجبال الجزيرية والكهوف والمغارات).

لذا يجب التفريق بين التفتيت بتأثير عملية التجوية والتفتيت بعملية التفتيت فالتفتيت بعملية التجوية يحدث محلياً (كيميائياً أو فيزيائياً أو حيوياً) للصخور أو المواد وهي في محلها بينما التفتيت بعملية التفتيت يحدث للمواد المنقولة أثناء عملية النقل.

ج- الترسيب "Deposition"

الترسيب هي إحدى العمليات (الجيولوجية) الخارجية والتي يحدث فيها ترسيب للمواد الناتجة من عمليتي التجوية والتعرية، وتحدث عملية الترسيب مباشرة بعد نقل المواد المختلفة إما بالأنهار والبحار أو الهواء أو الجاذبية أو الجليد وتعتبر المواد الرسوبية لهذه العملية ذات منشأ غير وراثي أي إنهاء "ترسيب" من مواد منقولة من مناطق مختلفة وتكون هذه المواد المترسبة ما يعرف بالرسوبيات (Deposition) والتي تعتبر مادة الأصل للترب للرتب المنقول (غير الوراثية). لأنه توجد مادة أصل وراثية (أي تجوت وتكونت في محلها من الصخور الأصلية والتي تتكون منها الترب الوراثية المحلية (Residual Genetic Soil) ومن حيث النشأة يمكن تصنيف الترسيب إلى خمسة أنواع [شكل 3-4] وهذه الأنواع هي:

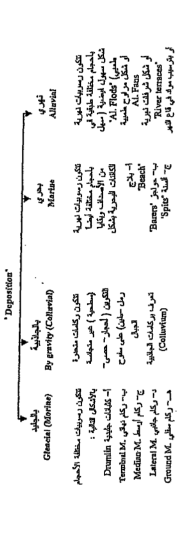
* الرسوبيات النهرية "Alluvial Deposition"

تكونت هذه الرواسب من المواد المنقولة بالأنهار أو السيول ونتيجة لاختلاف سرعة المياه في كل مرة يحدث ترسيب تطبيق لمواد مختلفة الأحجام (رمل، حصى، طين، غرين، طمي) وهذا ما يميز هذا النوع من الرسوبيات. أما من حيث مواقع الرسوبيات فقد تتكون في قاع الأنهار أو على ضفاف الأنهار بشكل شرفات نهرية (River Terraces) أو في نهاية مجرى الأنهار السيول

بشكل سهول فيضية (Alluvial Flood) أو في أطراف ضفتي الأنهار بـــشكل مراوح طمية (Alluvial Fans) وتتميز هذه الرسوبيات بخـصوبتها كونهـا مخلوطة بمواد عضوية وقوامها مثالي (طميي).

*** الرسوبيات البحرية "Marine Deposition"**

تتكون هذه الرسوبيات من العمل البنائي للبحار أو المحيطات وتترسـب رسوبيات البحار في تدرج منتظم كما تفعل الأنهار إلا أن التدرج أفقي ولـيس رأسي حيث تترسب القطع الصخرية بعيداً من الشاطئ والرمال على الـشاطئ والمواد الدقيقة والطين في الأعماق الكبيرة ومن حيث الـشكل يمكـن تقـسيم رسوبيات البحار إلى التالي:



(شكل 3-4): الترسيب
"Deposition"

رسوبيات البلاج: (Beach Deposition)، رسوبيات الحواجز (Barrier Deposition) أما الخلجان ومصبات الأنهار فتعطي رسوبيات بشكل ألسنة (Spit Deposition) في المناطق التي يحدث فيها تغير مفاجئ في خط الساحل.

*** الرسوبيات الهوائية "Air Deposition"**

هي تلك الرواسب التي تترسب بالهواء الساكن أو المتحرك وتكون رسوبيات الهواء الساكن ناعمة ومتجانسة وتسمى بالطيس "Loess" وتترسب في قيعان مختلفة من العالم منذ آلاف السنين وتتكون هذه الرواسب من مواد ناعمة متجانسة وقد يكون المصدر لهذه المواد الرمد البركاني أو المواد الناعمة العالقة في الجو أما الرسوبيات الهوائية بالرياح، فغالباً ما يكون حجمها رملي نظراً لقوة الرياح، وبعد أن تضعف سرعة الرياح تلقي بحمولتها بهذه الرواسب في شكل تموجات رملية "Ripple" وبشكل كثبان رملية "Sand Duns" (هلالية"Barchan Duns"، وعكسية "Reversed Duns" وطولية "Longitudinal Duns".

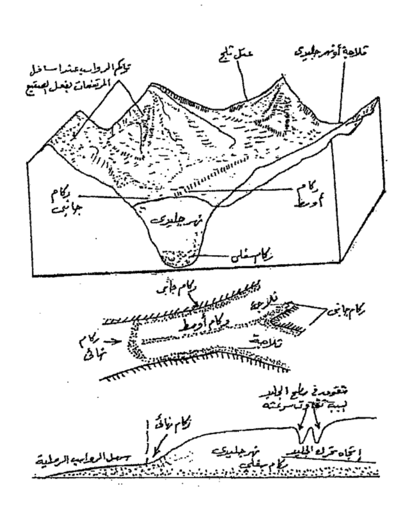
*** رسوبيات الجاذبية "Colluvial Deposition."**

هي تلك الرسوبيات الإنهيالية المتكونة في سفوح الجبال نتيجة جذب الجاذبية للمواد المعلقة في سفوح الجبال وتتميز بأنها غير طبقية وغير متجانسة أي تحتوي على مواد صخرية ورملية وعضوية وطينية، وعند تسويتها تكون ما يعرف بأراضي المدرجات.

* رسوبيات الجليد [Glasial (Marine) Deposition]

وهي تلك الرسوبيات التي تتكون بتأثير حركة الجليد في الوديان الجليدية وتتكون هذه الرسوبيات في أشكال ركامية مختلفة (كثبانيــة Drumlin ركــام نهائي .Terminal M ركام أوسط .Median M وركام جــانبي .Haterl M وركام سفلي .Ground M).

[أنظر الشكل 3-5] الخاص بظواهر الإرساب الجليدي.



(شكل 3-5) : أنواع الركامات الجليدية

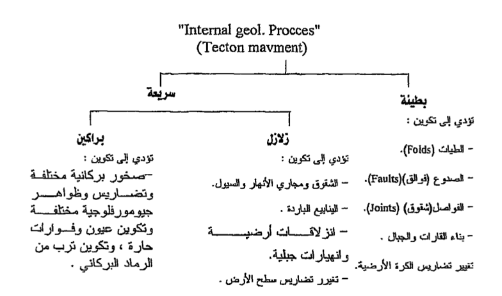
[Types of Glacial Deposition]

الباب الرابع
العمليات الجيولوجية الداخلية

العمليات الجيولوجية الداخلية هي العمليات التي تحدث تحت تأثير الطاقة الكامنة في جوف الأرض (الماجما) إضافة إلى عدم الاستقرار الموجـود فـي جوف الأرض بسبب تغير حالة الاتزان الموجودة في القشرة الأرضية. وبعض هذه العمليات تحدث بسرعة ولفترة زمنية وجيزة، مثـل الـزلازل والبـراكين وبعضها يحدث ببطء ولا يشعر الإنسان بحدوثه ولكنه يمكن أن يشاهد آثارها في القشرة الأرضية مثل الطيات والفوالق والفواصـل (الـشقوق) وبنـاء الجبـال والقارات ولذا من حيث النشأة والتأثير يمكن تـصنيف العمليـات الجيولوجيـة الداخلية إلى نوعين: عمليات بطيئة وعمليات سريعة [أنظر الشكل 4-1].

أولاً: العمليات البطيئة "Slow Tectonic Process"

هي تلك العمليات الجيولوجية الداخلية التي تحدث ببطء مسببة الـضغوط الجانبية الأفقية والرأسية البطيئة والتي تؤدي إلـى تكـوين الطيـات (Folds) والصدوع (الفوالق) (Falts) والفواصل (الشقوق) (Joints) وبنـاء القـارات والجبال مما يؤدي إلى تغير مسار تضاريس سطح الكرة الأرضية.



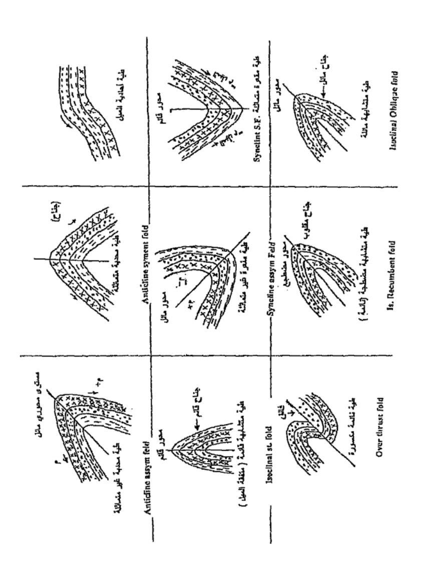
(شكل 4-1) : العمليات الجيولوجية الداخلية
"Internal geol. Procces" (Tecton mavement)

ويفسر بعض العلماء أن تلك الضغوط تنشأ نتيجة الانكماش البطيء للأرض "Slow contraction" والتيارات الحرارية الناقلة "Convection Currents" والتزحزح القاري "Continental drift" والزحق القاري "Continental Creeping" وتوازن القشرة الأرضية، ونتيجة لتأثير تلك الضغوط البطيئة المختلفة الاتجاهات تتكون الظواهر الجيومورفلوجية التالية:

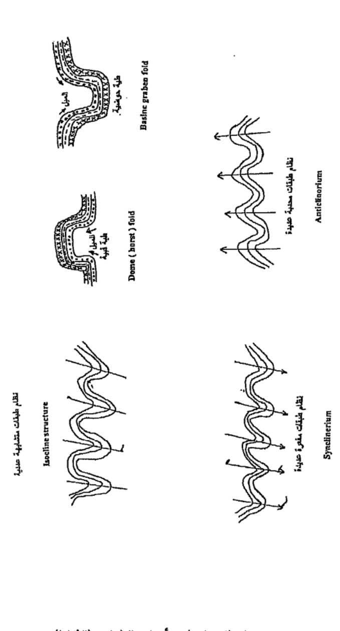
أ- الطيات (الثنايا) "Fold"

تتكون الطيات أو التجعدات (الثنيات) عند تعــرض الــصخور (خاصــة الرسوبية) لضغط جانبي أفقي الاتجاه لا يزيد عن حد مرونة تلك الصخور أمــا إذا زاد الضغط (مفاجئ) عن مرونة الصخور فتتكون الفوالق (الصدوع) وفــي هذه الحالة يحدث إزاحة للصخور على جانبي الكسر، إضــافة إلــى أن نــوع الصخر يلعب دوراً غب تكوين الطيات أو الفوالق، فالصخور الطينية الرخــوة تميل إلى الطي بينما الصخور الصلبة مثل الجرانيت تميل إلى الانكسار.

وفي حالة عدم انكسار الصخور تتكون الطيات المختلفة (شــكل 4-2أ و 4-2ب) ولذا يمكن أن تتواجد أنوع من الطيات المختلفة الشكل وهي:



شكل (2-4 أ) : أنواع الطيات (الثنايا)
[Types of folds]



شكل (4-2ب) : أنواع الطيات (الثنايا)

[Types of folds]

* طية أحادية الميل "Monocline Flod"

وهي عبارة عن ثنية بسيطة تميل فيها الطبقات في اتجاه واحـــد وتـــشبه السلم ذو الدرجة الواحدة وتتكون في جزء من الطبقات الأفقية ولها طرف واحد "Limb".

* طية محدبة متماثلة "Anticline Symmet . Fold"

وهي عبارة عن انثناء في الصخور إلى أعلى، يتكون نتيجة ضغط جانبي عمودي على اتجاه طبقات الصخور إلى أعلى، ويكون مستوى محور هذه الطية قائم يقسم طرفي الطية (Limbs) إلى نصفين متشابهين ومتعاكسين في الميـــل، وغير متوازيين، ولكن متماثلين في درجة الميل.

* طية محدبة غير متماثلة "Anticline assym. Fold"

وهي عبارة عن ثنية محدبة تكونت نتيجة ضغطيين جـــانبيين مختلفـــين، فيكون مستوى محور هذه الطية مائل، ويكون ميل أحد طرفي الطيـــة (جنـــاح) أكبر من الآخر، وفي الاتجاه المعاكس، وغير متوازيين (الأطراف) والأجنحة.

* طية مقعرة متماثلة "Syncline Symmet. Fold"

وهي عبارة عن ثنية مقعرة يكون محورها قائم وميل جناحيها (Limbs) متساويين وفي اتجاه واحد.

* طية مقعرة غير متماثلة "Syncline assymmetrica Fold"

وهي عبارة عن ثنية مقعرة يكون محورها مائل وميل جناحيهـا غيـر متساويين وغير متوازيين، ولكن الميل للجناحين في اتجاه واحد.

* طية متشابهة (متفقة الميل) قائمة (Isoclinal Straight F.)

وهي عبارة عن طية ذو محور قائم ويكون ميل جناحيها متساويين مـن مستوى محورها ومتوازين تقريباً.

* طية متشابهة (متفقة الميل) مائلة "Isolinal Oblique Fold"

وهي عبارة عن طية مائلة ذو محور مائل ولكن ميل جناحيها متـساويين عن مستوى محورها ومتوازيين تقريبا.

* طية متشابهة (متفقة الميل) مضطجعة "Isoclinal Recoum. Fold"

وهي عبارة عن طية نائمة (مضطجعة) يكون ميل طرفيها قريبان مـن الوضع الأفقي ومتوازيين في الميل تقريباً، ومحورها مضطجع، ويكـون أحـد طرفيها تحت الطرف الآخر (مقلوب).

* طية نائمة مكسورة "Overthrust Fold"

وهي عبارة عن طية نائمة، ولكن منثنية إلى درجة انكسار طبقاتها، ولكن لا يحدث إزاحة.

*** طية حوضية "Basin graben Fold"**

وهي عبارة عن طية تميل طبقاتها من جميع النواحي نحو نقطة متوسطة في الداخل وإلى أسفل.

***طية قبية "Dome horst fold"**

وهي عبارة عن طبقة تميل طبقاتها من نقطة متوسطة نحو جميع الجهات إلى الخارج وإلى الأعلى.

*** الطيات المحدبة العديدة "Anticlinorium"**

وهي عبارة عن نظام عدة طيات كثيرة معظمها محدبة إلى أعلى.

*** الطيات المقعرة المتعددة "Synclinorium"**

وهي عبارة عن نظام مجموعة طيات كثيرة معظمها مقعرة إلى الأسفل.

*** الطيات المتشابهة العديدة "Isclinal Structure"**

هو عبارة عن نظام مجموعة طيات متشابهة ومتوازية في ميل أجنحتها.

(ب) الصدوع (الفوالق) "Faults"

الصدوع أو الفوالق (Faults) هي عبارة عن كسور حـدثت للـصخور الصلبة غالباً، نتيجة الضغوط الأفقية المختلفة الاتجاهات، أو الشد الذي يزيد من مرونة هذه الصخور مما يؤدي إلى انفلاق تلك الصخور، وحـدوث اخـتلاف

منسوبها في منطقة الكسر (الفالق) أي يحدث حركة إزاحية على مستوى الكسر الذي يمثل الفالق، وتحدث الفوالق بسبب تأثير قوى شد جاذبية أو ضغط جانبي، وتوجد الصدوع، أحياناً ملازمة للطيات وقد يؤثر الضغط أو الشد على المستوى الأفقي أو العمودي لسطح الصخور في اتجاهات مختلفة، ولذا تتكون الأنواع المختلفة من الصدوع (الفوالق) والتي تغير في شكل سطح الأرض ارتفاعاً أو انخفاضاً، هذا ويتم التمييز بين الأنواع المختلفة من الصدوع من خلال دراسة عناصر الفالق، والتي تشمل:

* سطح الفالق (Fault Plaine) السطح الذي حدث عليه الكسر.

* ميل الفالق (Dip of Fault)الزاوية التي يصنعها سطح الفالق مع المستوى الأفقي.

* مضرب الفالق (Strike Of F.) أي اتجاه الخط الناتج من تقاطع سطح الفالق مع مستوى الأفق.

* الانزلاق (Slip) المسافة التي تتحركها أي طبقة على سطح الفالق، أي الانتقال الحقيقي للطبقة.

* مرمى الفالق (Throw Of F.) وهو مقدار الانتقال الرأسي للطبقة المكسورة عن السطح (الأصل للطبقات).

الجانب الهابط (Down Throw Side) وهو الجانب الذي هبطت فيه الطبقات من الجانب الآخر.

* الحائط المعلق (Hanging Wall) وهو كتلة الصخور التي تعلو سطح الفالق مباشرة.

* الحائط الأسفل (Foot Wall) وهو الكتلة الصخرية التي توجد تحت سطح الفالق مباشرة.

ونتيجة لاختلاف قوة واتجاه الشد والضغط والبناء الجيولوجي من مكان لآخر فإن الفوالق تتعدد (أنظر الشكل 4-3أ ، ب) ولذا تتكون الأنواع التالية من الفوالق:

1- الفالق العادي: (Normal Fault)

يتكون هذا الفالق نتيجة شد الطبقات، ويتميز بزاوية ميل كبيرة (أكبر من 90)، والحائط المعلق ينخفض عن الحائط الأسفل، ويكون الميل فيه في نفس اتجاه الرمية، ويحدث هذا الفالق تمدد محلي في القشرة الأرضية.

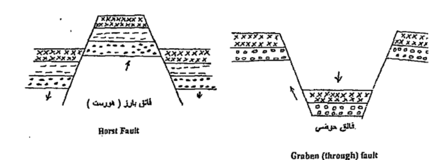
2- الفالق المعكوس (Thrust Fault)

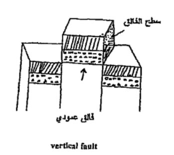
هو عبارة عن فالق يتكون نتيجة الضغط على طبقات الفالق، ويتميز بزاوية ميل صغيرة (أقل من 90) والحائط المعلق يعلو الحائط الأسفل، ويكون مستوى الصدع عكس اتجاه الرمية، ويحدث هذا الفالق انكماش محلي في القشرة الأرضية.

3- الفالق السلمي (Step Fault)

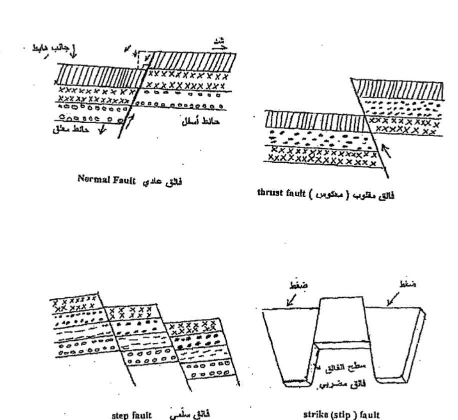
وهو عبارة عن مجموعة فوالق (مركبة) تأخذ الشكل السلمي، ويكون فيها مقدار واتجاه الميل متساويين ومتوازيين.

4- الفالق المضربي (الانزلاقي) (Strike slip Fault)





(شكل 4-3أ): أنواع الصدوع (الفوالق)
[Types of foults]



(شكل 4-3ب) : أنواع الصدوع (الفوالق)
[Types of foults]

د- الفالق البارز (هوست) (Horst Fault)

وهو عبارة عن فالق مركب يحدث نتيجة الضغط العمودي في اتجـــاهين مختلفين، بحيث يرتفع الجزء الأوسط من مستوى الصخر إلى أعلى مكوناً بروزاً عكس الفالق الحوضي، ويكون في هذا الفالق السطح مائل.

6- الفالق الحوضي Graben throught Fault)

وهو عبارة عن فالق مركب يحدث نتيجة الضغط العمودي في اتجـاهين مختلفين وغير متوازيين، بحيث ينخفض الجزء الأوسط من مستوى الصخور إلى أسفل مكوناً شكلاً حوضياً، وسطح الفالق مائل، ويحدث هذا الفالق تتكـون الأخاديد التي تتكون عليها البحيرات.

7- الفالق العمودي (Vertical Fault)

وهو عبارة عن فالق مركب يتكون نتيجة الضغط العمودي في اتجـاهين مختلفين ومتوازيين، مما ينتج عنه تكون أسطح فالقية عمودية (رأسية) ويتميـز بزاوية ميل = (90) ولا يوجد به حائط معلق أو أسفل.

ج- الفواصل (Joints)

الفواصل عبارة عن مستويات كسور أو شقوق غالباً (رأسية) وعمودية تقريباً على التطبق الصخري (Bedding) وتتكون في الصخور الهشة غالباً دون حدوث انزلاق أو إزاحة (للكتل الصخرية المنفصلة) على أسطح الانفصال، ويتراوح اتساع الفواصل من عدة مليمترات إلى عدة أمتار، وتختلف المسافة بين الفاصل و الفاصل الآخر من عدة سنتيمترات إلى عدة أمتار، وتتكون الفواصل نتيجة تأثير قوى شد متكافئة على الصخور أو قوى كبس (ضغط)، وبالتالي لا تحدث إزاحة (انزلاق) للصخور التي يحدث فيها الفواصل، وتعتبر الفواصل تراكيب ثانوية، كون هذه التراكيب تكونت تحت تأثير قوى في الصخور.

وتنشأ قوى الشد المتكافئة المسببة للفواصل بسبب انكماش القشرة الأرضية، وانكماش مواد الحمم البركانية بالبرودة، مما يسبب قوى شد مباشرة، بينما تنشأ قوى الضغط بسبب قوى كابسة أو قوى ازدواجية بسبب حركة حائطي الفالق في اتجاهين متضادين، ولذا من حيث تأثير قوي الشد والكبس في تكون الفواصل يمكن تصنيف الفواصل إلى نوعين رئيسيين هما:

1- فواصل الشد (Tension Joints)

وهي تلك الفواصل التي تتكون بصفة أساسية نتيجة تأثير مباشر بقوى الشد (بالرغم من أنه قد يتولد جهد الشد عن فعل قوة كابسة أو قوة ازدواجية)، وتتميز فواصل الشد بأنها تكون مفتوحة (فاغرة) في بداية نشأتها، ولكنها تمتلئ فيما بعد برواسب ثانوية في هيئة عروق رقيته.

ومثال هذه الفواصل العمدانية (Calumnar joints) لصخور البازلت السداسية الشكل والفواصل القريبة من نطاق الفوالق.

2- فواصل الكبس (Compression Joints)

وهي تلك الفواصل التي تنشأ نتيجة تأثير قوى الضغط المباشر بسبب قوى كابسة مباشرة، أو قوى ازدواجية مباشرة وغير مباشرة.

وتتميز فواصل هذا النوع بأنها تكون غير مفتوحة (غير فاغرة) ولكن نتيجة تأثير التجوية والتعرية يحدث تآكل في سطوح هذه الفواصل فتبدو كما لو كانت مفتوحة (فاغرة) ويحتمل امتلائها بعد ذلك برواسب ثانوية، ولذا يصعب التمييز بين النوعين، وخاصة عندما تكون الفواصل قديمة.

هذا وتلعب الفواصل دروًا مساعدًا في تجوية الصخور، وبالتالي تقوم التعرية في سحل ونقل وتفتيت تلك المكونات المجواة، ثم تترسب تلك المكونات أثناء عملية الترسيب مكونة ما يعرف بالرواسب المنقولة، والتي تكون المواد الأمية للتربة.

د- بناء القارات والجبال

تتكون القارات بتأثير الحركات الأرضية البطيئة جداً، والتي تؤدي إلى ارتفاع أو هبوط سطح الأرض أو قع البحار، مما يؤدي إلى تكوين قارات جديدة أو إزالة قارات قديمة.

فعند هبوط اليابسة يغمرها ماء البحر (طغيان) وعندما ترتفع اليابسة تنحسر عنها مياه البحار (انحسار) ودليل ذلك وجود الغابات الغارقة شرق انجلترا وغرب فرنسا والشواطئ المرتفعة مثل أعمدة المعابد الرومانية، ويؤكد ذلك أيضاً وجود الحفريات.

أما بناء الجبال وأحواض البحار فتتكون بتأثير الحركات الأرضية الأفقية (الجانبية) البطيئة والمتعامدة تقريباً مع الحركات الأرضية الألبية والهرسينية والكاليدونية، وتسبب هذه الحركات تجعد وانكماش القشرة (الطيات والصدوع) ودليل هذه الحركات وجود رواسب بحرية وبقايا كائنات حية على ارتفاعات كبيرة فوق منسوب البحر، ووجود الشكل المطابق لشواطئ البحر الأحمر الغربية والشرقية.

ويفسر بعض العلماء أسباب الحركات البانية للجبال والقارات والبحار هو الانكماش البطيء للأرض، وتأثير التيارات الناقلة، وتــأثير تزحــزح وزحــف القارات، وتوازن القشرة الأرضية.

ثانياً: العمليات السريعة (Fast tectonic process.)

هي تلك العمليات الجيولوجية الداخلية والتي تحدث بــسرعة ولفتــرات بسيطة (ثواني/ عدة أيام) مسببة براكين وزلازل يشعر بهــا الإنــسان ويــرى آثارها، وتحدث هذه العمليات الداخلية بسبب التفاعلات الكيميائية المختلفة فــي جوف الأرض، وبسبب الشقوق العميقة وتسرب مياه البحار في تلك الشقوق إلى جوف الأرض وتحولها إلى بخار، أو بسبب الطاقة الهائلة للمواد الإشعاعية في جوف الأرض، مسببة بذلك حدوث البراكين، أو قد تحدث هذه العمليات الداخلية بسبب سقوط الكهوف أو التفاعلات البركانية أو تقلصات القشرة الأرضــية، أو حدوث الفوالق الكبيرة، مسببة بذلك حدوث الزلازل.

وبالرغم من أن الأثر يكون سلبياً لهذه العمليات، إلا أن لها تأثير إيجــابي نسبي في معرفة التراكيب الداخلية للأرض، وتكوين العيون والفورات الحــارة، والينابيع الباردة، وتكوين بعض أنواع التربة الصالحة للزراعة، مثل ترب الرماد البركاني (Andisols) وظهور بعض المعادن الاقتصادية المختلفة على ســطح الأرض.

وتلعب الزلازل والبراكين دوراً مباشراً في تغيير تضاريس سطح الكــرة الأرضية عندما تكون قوية، ودوراً غير مباشر في تكوين الــصدوع والطيــات والفواصل عندما تكون ضعيفة.

تشوهات أو تصدعات أو انهيارات داخل القشرة الأرضية، وتسمى في هذه الحالة بالزلازل التكتونية، وهذا النوع هو الأكثر خراباً ودماراً على الإنسان.

ورغم حدوث الزلازل في مناطق عديدة إلا أن منطقتين يغلب فيهما حدوث الزلازل:

- المنطقة الأولى: حول المحيط الهادي.
- المنطقة الثانية: تمتد من شواطئ البحر الأبيض المتوسط الشمالية مارة بجبال الألب والقوقاز والهملايا إلى جزر الهند الشرقية.

وتعتبر دراسة السجلات الزلزالية حتى الآن هي الوسيلة الوحيدة لمعرفة التراكيب الداخلية للأرض، حيث أدت نتائج هذه الدراسة إلى ترتيب الأغلفة الصخرية كالتالي:

- 10 كيلو متر. صخور رسوبية
- 10 – 15 كيلو متر صخور غرانيت – القشرة الأرضية "SIAL".
- 20 – 30 كيلو متر صخور بازلتية.
- 2850 كيلو متر صخور فوق قاعدية (بريوتايت).
- 3500 كيلو متر لب الأرض "CORE"

أما البراكين فتحدث نتيجة الشقوق العميقة للأرض بسبب انكماش القشرة الأرضية باستمرار برودتها، أو بسبب تسرب مياه البحار والمحيطات إلى جوف الأرض وتسخينه، ومن ثم تتحول إلى بخار يضغط على صخور القشرة الأرضية فيكسرها، وتخرج من هذه الكسور البراكين، وقد تحدث البراكين – أيضاً بسبب التفاعلات الكيميائية المختلفة والطاقة الهائلة للمواد الإشعاعية الموجودة في جوف الأرض.

ويمكن تقسيم البراكين من حيث الشكل المخروطي البركاني، أو على أساس المقذوفات البركانية (أنظر الشكل 4-4) إلى الأنواع التالية:

(1) براكين درعية (Shielb Volcanoes)

تتكون على شكل أشرطة أو طبقات رقيقة نتيجة خروج اللافا بهدوء وانتشارها على مسافات كبيرة.

(2) براكين الحطام الصخري (Pyroclastic Cones)

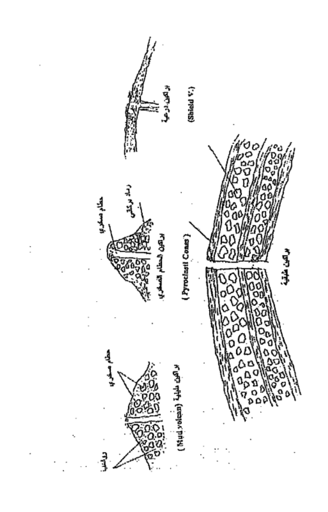
يتكون مخروط البركان كلية من الحطام الصخري والرماد البركاني، ويكون ارتفاعه أكثر من طوله، وشديد الانحدار.

(3) براكين طبقية (Struct. Volcanoes)

شائع الوجود، وهو في شكل مخروط يتكون من تعاقب طبقات من الحطام الصخري والحمم.

(4) باركين طينية (Mud Volcanoes)

يتكون مخروط هذا البركان من حطام صخري مندمج بواسطة رواسب الطين كمادة لاحمة يتراوح ارتفاعه من عدة أمتار إلى مئات الأمتار، ويسود هذا النوع في المناطق البترولية، وتكون الرواسب الطينية مصحوبة بغازات كربونية وهيدروكربونية.



(شكل 4-4) : أنواع البراكين من حيث النشأة ونوع المقذوفات
[Types of volcanoes and their accurance]



الباب الخامس
علاقة الجيولوجيا بالعلوم الزراعية

كون علم الجيولوجيا يتناول دراسة التراكيب الجيولوجية الصخرية المختلفة من حيث النشأة والتكوين، ويتناول دراسة نشأة الصخور وتكوينها المعدني، وتجويتها، وتعريتها، وترسيبها في شكل رواسب صخرية مفككة، فإن لذلك علاقة كبيرة وأساسية في تكوين المواد الأمية (الأصلية) للتربة (Soil Parent Material) والتي تتكون منها الترب المختلفة بعد تأثير عوامل وعمليات تكوين التربة على تلك المواد الصخرية المفككة، أي أن هناك علاقات كبيرة بين علم الجيولوجيا وعلم التربة فعلى الرغم من أن هناك علاقات مباشرة بين علم الجيولوجيا والعلوم الزراعية الأخرى، مثل علم المناخ الزراعي (Agroclimatalogy)، وعلم الري، وعلم الهيدرولوجيا.

وكون التربة هي اللبنة الأساسية للزراعة، فإننا في دراستنا هنا في هذا الباب سنركز على معرفة كيفية تكوين الترب المختلفة من مواد طبقة الوشاح الصخري (الحطام الصخري) (Regolith)، حيث أن هذه الطبقة هي المصدر الرئيسي للمواد الأمية للتربة

.(Parent Material)

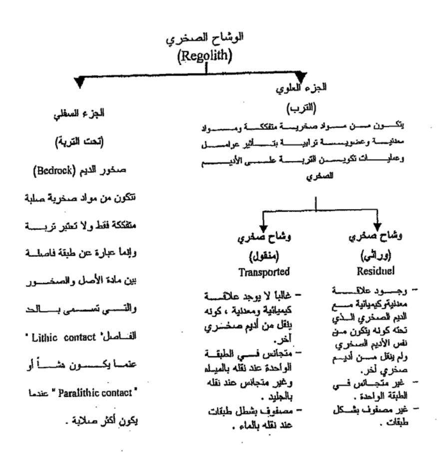
كما أننا سنناقش كيف تؤثر عوامل وعمليات تكوين التربة على هذه المواد الأمية للتربة (مادة الأصل) وتكوين ترب زراعية مختلفة تختلف خواصها باختلاف مادة الأصل.

1- طبقة الوشاح الصخري (الحطام الصخري) (Regolith)

إن طبقة الوشاح الصخري هي تلك الطبقة السطحية من القشرة الأرضية، والمكونة من مواد صخرية ومواد معدنية وعضوية ترابية، والتي يصل عمقها من عدة سنتيمترات إلى عدة أمتار، وتتكون هذه الطبقة نتيجة تأثير هذه العمليات الجيولوجية الخارجية، وخاصة التجوية والتعرية والتأثير المتضافر لعوامل وعمليات تكوين التربة، وتتركب طبقة الوشاح الصدري من جزئين (أنظر شكل 5-1) علوي وسفلي.

- الجزء العلوي والذي يحتوي على نباتات ومواد عضوية متحللة، ومواد ترابية معدنية والذي يعرف باسم التربة (Soil).
- الجزء السفلي والذي يتكون أساساً من مواد صخرية صلبة متفككة فقط، ويعرف باسم (تحت التربة) (Subsoil) ولكن هذا الجزء لا يعتبر تربة بل (صخر الأديم) (Bedrock) ويسمى الحد الفاصل بين

شكل رقم (5-1): أجزاء الوشاح الصخري



التربة والطبقة الصخرية (صخرية الأديم) المفككة بحد الانفصال الصخري (Lithic contact)، ولكن أخصائيين التربة يقومون أيضاً بتصنيف الجزء العلوي من الوشاح، حيث يعتبر هذا الجزء مهماً في تكوين التربة إلى نوعين من حيث النشأة إلى:

- **النوع الأول:** وشاح صخري متبقي (Residual) يتكون من رسوبيات متبقية (وراثية) أي أنها غير منقولة، أي أن هذا الوشاح عبارة عن رسوبيات

تكونت في موقعها بالتجوية المختلفة (كيميائية – فيزيائية – حيوية) ولكنها غير متجانسة وغير مصفوفة، تكونت من تجوية طبقة الأديم التي تقع تحتها، ولم تنقل من أماكن أخرى، ولكنها قد تنقل إلى أماكن أخرى، وبالتالي تكون النوع الثاني من الرسوبيات (أي الرسوبيات المنقولة) (Transported Depositions) وتتميز الرسوبيات الوراثية اللامنقولة بوجود علاقة معدنية وكيميائية بينها وبين الصخر الأصلي الذي تكونت منه، والترب الناتجة من هذه الرسوبيات تسمى (بالترب الوراثية) (Gentic Soils).

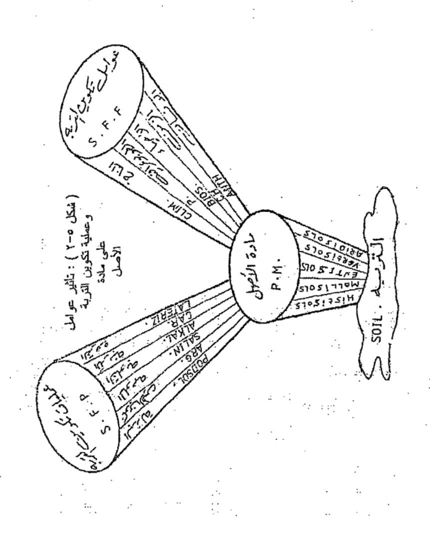
– أما النوع الثاني من الوشاح فيسمى (الوشاح الرسوبي المنقول) (Transported Regolith) وهو عبارة عن رسوبيات منقولة متجانسة في الطبقة الواحدة، كما في حالة الرسوبيات بالمياه و الهواء، أو غير متجانسة كما في حالة الرسوبيات الجليدية أو الجاذبية (Colluvium).

وتتميز رسوبيات الوشاح الرسوبي بعدم وجود علاقة كيميائية ومعدنية بينهما وبين صخر الأديم الذي يقع تحتها كونها لم تتكون في محلها، وتكون حبيباتها مكسورة وناعمة بسبب السحل والنقل والتفتيت، ويتواجد هذا النوع من الرسوبيات (بالترب الرسوبية) (Fluvents) أو (Alluval Soil) بالنظام الحديث لتصنيف الترب، وكلا النوعين يتكون أصلاً من طبقة الأديم الصخري (Regolith).

2. عوامل وعمليات تكوين التربة وتأثيرها على مادة الأصل:

إن مادة الأصل للتربة (Soil Parent Material) يقصد بها تلك المواد الصخرية الأصلية المفتتة جداً (منقولة أو وراثية) والتي لم تتأثر بعد بتأثير عوامل وعمليات تكوين التربة، وقد تكون مادة الأصل وراثية (أي تكونت في

محلها) أو قد تكون منقولة (أي نقلت من مكان آخر) ولا تعتبر مادة الأصل تربة، ولكنها عندما تتأثر بعمليات وعوامل تكوين التربة تتحول إلى تربة (أنظر الشكل 5-2)، لذا فمادة الأصل من حيث النشأة يمكن اعتبارها مرحلة متوسطة بين الأديم الصخري (Bed rock) وبين التربة.



شكل (٥-٢): تأثير عوامل وعملية تكوين التربة على مادة الأصل

وتحتوي مادة الأصل على معادن أولية، أي إن المعادن في مادة الأصل هي نفس المعادن الأصلية المكونة للصخر الأصلي الذي تكونت فيه هذه المعادن، ولكنه عند التأثير المتضافر والمستقل لعوامل وعمليات تكوين التربة

يتحول جزء كبير من المعادن الأولية إلى معادن ثانوية (راجع الباب الأول) أي معادن قادرة على إمداد النبات بالعناصر اللازمة لنموه، وعند حدوث ذلك يتحول الجزء العلوي من مادة الأصل إلى تربة، ولذا فالتربة يمكن تعريفها على أنها تلك الطبقة السطحية المفككة جداً، والتي تكونت تحت تأثير عوامل وعمليات عدة ومعقدة، وعليها ينمو النبات ويتكاثر، ومن العوامل المؤثرة بشكل نشط وسريع على تكوين التربة من مادة الأصل، عامل المناخ (Climofactor) والعامل الحيوي (Biofactor) وعامل الطوبوغرافية والإنسان، بينما العوامل المؤثرة بشكل بطيء هو الزمن.

هذا وتعتمد سرعة التأثير لهذه العوامل على التركيب المعدني لمادة الأصل، فمادة الأصل المتكونة من المعادن الأولية الداكنة تتجوى بسرعة (راجع الباب الثالث).

أما بالنسبة لعمليات تكوين التربة (مع اعتبار التجوية بجميع أنواعها كعمليات مؤثرة في تكوين التربة) فإنها تعمل بطريقة متضافرة في تكوين صور تشخيصية ظاهرية شكلية مختلفة "Morphological process" للتربة، ولذا تصنف الترب على أساس نوع الصور التشخيصية المتكونة في قطاع التربة بشكل آفاق تشخيصية سطحية وتحت سطحية.

ومن العمليات السائدة في تكوين الترب المختلفة عملية البدزلة (Bodzolization) والقرمدة (Laterization) والتكلس (Calcification) والتجبس (Giybsification) والتملح (Slainization) والغسيل (Leashing) والقلونة (Alkalinization) والتصلب (Hardining) والغدق (Gleization) والتراكم العضوي (Littering) وتكوين الدبال (Humification).

ويمكن تقسيم تأثير هذه العمليات على قطاع التربة إلى أربعة تأثيرات:

أ) تأثير ذو اتجاه إلى إضافة إلـــى جـسم التربـــة (Addition to soil Body) مثل عملية تراكم المادة العضوية (Littering).

ب) تأثير ذو اتجاه إلى إزالة مواد من جــسم التربـــة (Losses from S.B.) مثل عمليات الغسيل (Leashing) للمواد الذائبة من جسم التربة.

ج) تأثير ذو اتجاه إلى إزاحة مواد خلال جسم التربـــة (Transloction within A soil Body) مثل عمليات التكلس (Clasification).

د) تأثير ذو اتجاه إلى تحول مواد إلى مواد أخرى خلال جـسم التربـــة (Trans. Of Material to Material within a soil body) مثـل عمليـــة تكوين الدبال (Humification) من المواد العضوية الخام والتي لم تحلل بشدة.

إضافة إلى أن بعض الخواص الفيزيائية للتربة (مثل القـوام والمـسامية والتصريف المائي للتربة) تعتمد أيضاً على التركيب المعدني لمـادة الأصـل، فعندما تكون مادة الأصل ذات تركيب معدني لمعادن قاتمة تتكون ترب ذات قوام خشن (رملي) ومسامية كبيرة وتصريف مائي سريع، وعندما يكـون التركيـب المعدني لمادة الأصل محتوياً على معادن قاتمة اللون تتكون تـرب ذات قـوام طيني، ومسامية شعرية، وتصريف مائي بطيء.

تم بحمد الله

قائمة المراجع

المراجع العربية:

1. كيمياء التربة، د. أحمد حيدر الزبيدي و د.نظيمة قدوري – جامعة بغداد – كلية الزراعة – جمهورية العراق، 1986م.

2. أساسيات الجيولوجيا العامة: د.العيسوي محمد الذهبي ود.نبيل الحسيني – جامعة الإسكندرية، كلية الزراعة، ج م ع، 1988م.

3. الجيومورفلوجيا: د. جودة حسنين جودة، جامعة الإسكندرية، كلية الآداب، ج م ع، 1988م.

4. مسرد مصطلحات علم التربة: (مترجم من منشورات جمعية علم التربة الأمريكية)، ترجمة د.صالح محمود دميرجي، د.وليد خالد القليدي، جامعة بغداد، كلية الزراعة، جمهورية العراق.

5. معجم الجيولوجيا: الهيئة العامة لشئون المطابع الأمريكية، 1982م.

6. الجيولوجيا العامة والتاريخية: د.محمد حسن الزرقاء، جامعة الإسكندرية، كلية العلوم، ج ع ي.

7. الجيولوجيا العامة: د. محمد عبد الوهاب الشناوي، د. أحمد البصيلي، د. جلال عويس، د. فتحي النزهي، جامعة الإسكندرية كلية العلوم، ج م ع.

8. أساسيات علم الجيولوجيا: د.محمد يوسف حسن، د. عمـــر حـــسنين شريـف، د. عدنان باقر النقـــاش، مركـــز الكتـــاب الأردنـــي، الأردن 1990م.

9. المعادن تركيبها وخواصها الكيميائية: د.يوسف يعقوب العاني، د.دواد حنا، جامعة التكنولوجيا، بغداد، جمهورية العراق، 1992م.

المراجع الأجنبية:

1. Dictionary of Geological terms: American Geological institute، U.S.A. 1976.

2. General Pedology: Dr. Amerycks، J I. T. C. Gent un. Belguim. 1982.

3. Soil Genesis: Dr. Amerycks، J I. T. C. Gent un. Belguim. 1982.

4. Mineralogy for students : Dr. Battey، M. H. second edition lungmon Inc، New York U.S.A. 1981.

5. Soil Genesis and Classification: Dr. Buol، S.W.، F. D. Hole and R. J. McCracken 2nd ed. IOWA state university press، Ames، U.S.A. 1980.

6. Ptography: Dr. Marechale. R.، P. Depaepe and M. Joye I.T.C. gent Un. Belguim. 1977.

ملحق (1)

قاموس المصطلحات الجيولوجية

عربي – إنجليزي

عربي	إنجليزي
(ا)	
أباتايت	Apatite
إبري	Acicular
أبواغ	Spores
إبيدوت	Epidote
أتابولفايت	Attapulgite
إتام / توأمة	Twining
اتزان مستقر	Stable equilibrium
أثر صدع	Trace of Fault
إثراء	Enrichment
إثراء معدني	Mineral Enrichment
إجهاد	Stress
أحادي التكافؤ	Monovalent
أحادي الميل	Monoclinic
احتكاك جداري	Wallfriction
إحداثيات البلورية	Crystal Indices
إحلال	Substitution

Isomorphons Substitution	إحلال متماثل
Acid – Ization	أحماض – حموضة
Humic Acids	أحماض دبالية
Septal Furrown	أخاديد حاجزية
Test	اختبار
Pilot test	اختبار تجريبي
Reduction	اختزال
Fault	أخدود
Gully	أخدودي
Metal failure	إخفاق فلزي
Deactivation	إخماد
Solum	أديم التربة
Ventifacts	أديم صحراوي
Sesert Pavement	أديم صحراوي
Lands	أراضي
Aragonite	أراقونايت
Land up – Lift	ارتفاع الأرض
Wave height	ارتفاع الموجة
Orthoclas	ارثوكلاس
Argillite	أرجليت / صلصال
Slate	إردواز
Earthy	أرضي

Terrestrial	أرضي
Arkos	أركوس
Twinning Displacement	إزاحة توأمية
Apparent Displacement	إزاحة ظاهرية
Translocation	إزاحة محلية
Strike shift	إزاحة مظربية
Rehydration	إزالة الماء
Rehydroxlization	إزالة مجموعة الهيدروكسيل
Demineralization	إزالة المعدنيات
Dehydroxlation	إزالة هيدروكسيدية
Liquification	إسالة
Replacement	استبدال
Transmuation	استحالة
Emulsicification	استحلاب
Pinching of Stata	استدقاق
Restoration	استعادة
Stability	استقرار
Exploration	استكشاف
River Capture	أسر نهري
Wall Under	أسفل الحائط
Mineralolds	أشباه المعادن
Feldspartholds	أشباه الفلسبار

Mobilization	إضافة تراكمية
Recrystalization	إعادة التبلور
Chemical rearrangement	إعادة الترتيب الكيميائي
Reconstruction	إعادة التكوين
Earth pillars	أعمدة أرضية
Volcanic necks	أعناق بركانية
Water flood	إفاضة الماء
Distributaries	أفرع النهر
Soil Horizon	أفق التربة
Aglomerate	أقلوميرات
Hydroxides	أكاسيد مائية
Interbedding	اكتناف طبقي
Actionolite	اكتينولايت
Oxidation	أكسدة
Albite	ألبايت
Weathering	التجوية
Welding	التحام
Structural Composition	التركيب البنائي
Chemical Composition	التركيب الكيميائي
Continental drift	التزحزح القاري
Cleavage	التشقق / الانفصام
Swelling and Shrinking	التمدد والانكماش

Torsion	التواء
Convection corrents	التيارات الحرارية الحاملة
Hanging wall	الحائط المعلق
Down throw side	الحائط الهابط
Tectonic movement	الحركة التكتونية
Morphological probertien	الخواص النشطة
Tetragonal	الرباعي متوازي مستطيلات
Hexagonal	السداسي
Tectosilicate	السليكات الإطارية
Phyllosilicates	السليكات الصفائحية
Transparency	الشفافية – النفاذية
Faults	الصدوع – الفوالق
Hardness	الصلادة / الصلابة
Double layer	الطبقة المزدوجة
Slow tectonic Process	العمليات التكتونية البطيئة
Fast tectonic Process	العمليات التكتونية السريعة
Soil forming Factors	العوامل التكوينية للتربة
Bitumenous coal	الفحم القطراني
Interlayer space	الفراغ الموجود بين طبقات المعادن
Feldspar	الفلسبار القلوي
Specific Gravity	الكثافة النوعية

Ilite	اللايت
Matrix	المادة الأصلية
Soil Parent Material	المادة الأمية للترية
Pyroclastic cones	المخروطـــــات البركانيـــــة الحطامية
Soil forming Minerals	المعادن المكونة للتربة
Rock forming Minerals	المعادن المكونة للصخور
Ilmenite	المنايت
Allophone	الوفين
Fluidization	إماعة
Adsorption	امتزاز – ادمصاص
Absorption	امتصاص
Amphipoles	امفيبولز
Anatase	أناتاس
Volcanic pipe	أنبوب بركاني
Swelling	انتفاخ
Transfer by solution	انتقال بالذوبان
Anthracite	إنثراسايت
Beach drifting	انجراف سيفي
Regression	انحسار
Andalusite	أندولوسايت
Andepts	أنديبت

Andesit trachyte	أنديزايت
Andesite	أنديسايت
Land sliding	انزلاق
Gravitational gliding	انزلاق بالجاذبية
Ecoulement	انزلاق صخري تكتوني
Continental	انزلاق قاري
Warp	انعطاف – حدب
Slow Contraction	انكماش بطيء
Ankerite	انكيرايت
Andyrite	انهدرايت
Collapse	انهيار
Landsliding	انهيال أرضي
Alluvial Fans	انهيال بالجاذبية
Anorthite	أنورثايت
Anorthite andsine	أنورثايت أنديسااين
Opal	أوبال
Obcidion	أوبسيديون
Orthoclas	أورثوكلاس
Ordovinean	أوردوفيسن
Biotite	أوقايت
Olivine	أولفين
Oligocene	أوليقوسين

Oligoclase	أوليقوكلاس
Eocene	إيوسين
Batholith	باثولايت
Barite	باريت
Basalt	بازلت
Trachy – Basalt	بازلت تراكيتي
Sole	باطن
Plaeocene	بالفيوسين
Playgorskite	باليقورسكايت
Paleozoic	باليوزويك
Pyrite	بايرايت
Marine	بحري
Lagoon	بحيرة شاطئية
Crater lake	بحيرة لفوهة بركان
Shiled volcanoes	براكين درعية
Stratified volcanoes	براكين طبقية
Mud volcanoes	براكين طينية
Volcano	بركان
Volcanic	بركانية
Permian	برميان
Abrasion	بري
Volcanic Breccia	بريشه صدعية

Fault Breccia	بريشه بركانية
Breccia	بريشيا
Luster	بريق
Precambrian	بريكمبريان
Calci Plagioclase	بلاجيوكلاس كلسي
Alkali Plagioclase	بلاجيوكلاس صودي
Plagioclase	بلاجيوكليس
Crystals	بلورات
Allotriomorphic crystal	بلورات لا وجيهة
Isomorphous cry.	بلورات متشاكلة
Crystal	بلورة
plinthite	بليثايت
Pliocone	بليوسين
Pleistocene	بليوستوسين / الحقب الرابع
Structure	بناء
Orogenesis	بناء الجبال
Epeirogeny	بناء القارات
Continental Accurance	بناء القارات
Columnar structure	بنية عمادية
Pillow structure	بنية وسادية
perphyritic	بورفوتيك
Pumice	بومس

Pigonite	بيجونايت
Bedalite	بيدالايت
Peridotite	بيردوتايت
Pyrophyllite	بيروفايلايت
Pyroxene	بيروكسين
Pyroclastic	بيروكلاستيك
Beach	بيش / ساحل رملي
Pegmatite	بيقماتايت
Biotite	بيوتايت
	(ت)
Interaction affect	تأثر بيني
Corrosion	تآكل
Heterogeneous	تباين
Chilling	تبريد مفاجئ
Crystallization	تبلور
Intercrystallization	تبلور بيني
Tetrahydron	تتراهيدرون
Crenulations	تجاعيد
fractionation	تجزئة
Aggregation	تجمع
Mosaic	تجميعي
Weathering	تجوية

Biological weathering	تجوية حيوية
Chemical W.	تجوية كيميائي
Mechanical W.	تجوية ميكانيكية
Erosion	تحات / تعرية
Granuliation	تحبب
Subsoil	تحت التربة
Hydroxylation	تحلل الماء
decomposition	تحلل عضوي
Hydrolysis	تحليل
Analysis	تحليل كيميائي
Metamorphism	تحول في التكوين
Synthesis	تخليق
Contrast	تداخل الألوان
Flow	تدفق
Soil Slumping	تدهور التربة
Deflation	تذرية
Earthy	ترابي
Accumulation	تراكم
Fluvents	ترب رسوبية حديثة
Soil	تربة
Transported Soil	تربة منقولة
Genetic Soil	تربة وراثية

Tertiary	ترتياري
Deposition	ترسيب
Sediments	ترسيبات
Triassic	ترياسيك / النظام الثالث للحقب الثاني
Tridymite	تريديمايت معدن سليكات فاتح
Tremolite	تريمولايت
Saturation	تشبع
Deformation	تشوه وتغيير في الشكل ميكانيكياً
Desertification	تصحر
Faulting / Facturing	تصدع
Induration / hardness	تصلب
Classification	تصنيف
Relief	تضاريس
Stratification	تطبق
Bedding	تطبق متدرج
Graded Beddings	تطبق متدرج
Alteration	تعاقب
Erosion	تعرية
Denudation	تعرية / انجراف
Gully erosion	تعرية أخدودية

Rill erosion	تعرية المسيل
Glacial erosion	تعرية جليدية
Wind erosion	تعرية ريحية
Splush (sheet) erosion	تعرية سيحية
Rain – drow erosion	تعرية قطرة المطر
Channel erosion	تعرية قناتية
Water erosion	تعرية مائية
Mechanical erosion	تعرية ميكانيكية
Wind erosion	تعرية هوائية
Corrugation of beds	تغضن الطبقات
Disintegration	تفتت
Looseness	تفتت
Jointing	تفصل
Contraction	تقلص
Valency	تكافؤ
Formation	تكوين
Alogeniclly	تكوين مجلوب
Authigenicly	تكوين محلي
Isomorphoun	تماثل في التبلور
Ripples	تموجات رملية
Hydration	تميؤ
Conformity	توافق

Tourmaline	تورملاين
	(ث)
Trigonal	ثلاثي
Trioctohydral	ثلاثي الأكتاهيدرا
Triclinic	ثلاثي الميل
Dioctohydral	ثنائي الأكتاهيدرا
	(ج)
Jarusite	جاروسايت
Mount	جبال
Gypsum	جبس
Stokes	جذوع
Granite	جرانايت
Grite	جريت
Brotonic bridys	جسور بردنوفية
Boulders	جلاميد
Glacial	جليدي
Morine	جليدي
Limb	جناح
Gibbsite	جيبسايت
	(ح)
Barrier	حاجز
Biological	حبوبي – بلوجي

Grain	حبيبة
Stone	حجر
Inorganic Limestone	حجر جيري غير عضوي
Mud Stone	حجر خلبي
Sandstone	حجر رملي
Clay stone	حجر طيني
Lithic Contact	حـــد الانفـــصال الـــصخري الصلب
Paralithic Contact	حد الانفصال الهش
Thermal	حراري
Tectonic Mov.	حركة تكتونية
Belt	حزام
Debris	حطام
Fossils	حفريات
Polishing	حقلي – بري
Biological w.	حيوية
	(خ)
External	خارجي
Lithological map	خارطة السحمة الليثولوجية
Ore	خام
Peat	خث
Geological map	خريطة جيولوجية

Coarse	خشن
Characteristics	خصائص
Strike line	خط المضرب
Line of dip	خط الميل
Bay	خليج
	(د)
Dikes	دايك
Humus	دبال
Drumlin	دروملاين
Erosion cycle	دورة التحات
Rock cycle	دورة صخرية
Dolomite	دولومايت
Dolerite	دوليرايت
Dunite	دونايت
Devotion	ديفوناين: (النظــام الخــامس لحقب الحياة القديمة)
Dynamic	ديناميك : (أي تأثير بالضغط الديناميكي)
	(ذ)
Solution	ذوبان
	(ر)
Convalent bond	رابطة تساهمية

Statistic bond	رابطة استاتسكية
Ionic bond	رابطة أيونية
Metallic bond	رابطة فلزية
Hydrogen bond	رابطة هيدروجينية
Riebectite	ربيكفايت
Marble	رخام
Spit deposition	رسوبيات الألسنة للخلجان
Colluvial	رسوبيات انهيالية
Delluvial deposition	رسوبيات جليدية
Sedimentary	رسوبية
Residual	رسيدول
Continental drift	رصيف قاري
Wetness	رطوبة
Lamine	رقائق
Lateral Morin	ركامات جليدية جانبية
Ground Morin	ركامات جليدية سفلية
Terminal Morin	ركامات جليدية نهائية
Median Morin	ركامات جليدية وسطى
Rhyolite	رهولايت
Chemical Bonds	روابط كيميائية
Rutile	روتايل
	(ز)

Volcanic glass	زجاج بركاني
Earthquake	زلازل
Zircon	زيركون
zeolite	زيولايت
	(س)
Saponite	سابونايت
Beach	ساحل / بلاج
Sanidine	سانيداين
Sepiolite	سيبولايت
Sabkha	سبخات
Sericite	سبري سايت
Stratum	ستراتوم
Stevensite	ستينفنسايت
Ablasion	سحج
Serpentine	سربنتين
Fault plain	سطح الفالق
Erosional surface	سطح حصوي مصقول بالرياح
Splush	سطحية
Predoment	سفح
Sphene	سفين
Sills	سلز

Sulfate	سلفات
Smectite	سمكتايت
Plain	سهل
Alluvial Fans	سهل فيضي
Sodalite	سودولايت
Sulphides	سولفايدس
Sial	سيال
Syenite	سيانايت
Sianite	سيانايت
Cainozoic	سيانوزيك
Sepiolite	سيبولايت
Denudation	سيح
Runoff	سيح مطري
Sedrite	سيدرايت
Siderite	سيديرايت
Solifluxion	سيلان التربة
Silimnite	سيلمنايت
Silurian	سيلوريان
Seils	سيول
	(ش)
Chert	شرت
River Terracen	شرفات نهرية

Shist	شست
Shores	شوطئ
Shale	شيل
	(ص)
Pedrock	صخر الأديم
Salt rocks	صخر ملحي
Rocks	صخور
Plutonic rocks	صخور جوفية
Thermal rocks	صخور حرارية
Extrusive rocks	صخور خارجية
Intrusive	صخور داخلية
Sedimentary rocks	صخور رسوبية
Dynamic rocks	صخور ضغط
Dynamo – thermal	صخور ضغط حراري
Metamorphic rocks	صخور متحولة
Igneous rocks	صخور نارية
Fault	صدع
Sheet	صفائحي
Polishing	صقل / بري
Stalactite	صواعد
Features	صور – ظواهر
	(ط)

Hydration Energy	طاقة التميؤ
Layers	طبقات
Regolith	طبقـــة الوشـــاح (الأديـــم الصخري)
Aggression	طغيان
V. Tuff	طف بركاني
Folds	طيات
Monocline fold	طية أحادية الميل
Basin (graben) fold	طية حوضية
Dome (horst) fold	طية قبية
Isoclinal Straight fol.	طية متشابهة قائمة
Isoclinal Obligue F.	طية متشابهة مائلة
Recumbent Fold	طية متشابهة مضطجعة
Anticline Assymetrical F.	طية محدبة غير متماثلة
Anticline Symetrical F.	طية محدبة متماثلة
Syncline Assymetrical F.	طية مقعرة غير متماثلة
Syncline Symetrical F.	طية مقعرة متماثلة
Over Thrust fold	طية مكسورة نائمة
Loess	طيس
Clay	طين
Fire Clay	طين محروق
	(ظ)

Accurane	ظهور
	(ع)
Biofactor	عامل الأحياء
Chronofactor	عامل الزمن
Topofactor	عامل الطوبوغرافية
Climofactor	عامل المناخ
Coordination Number	عدد التناسق
Ripple Marks	علامات النيم
Crystallography	علم البلورات
Hydration Energy	علم التربة
Crystallography	علم الصخور
Pedology	علم المناخ الزراعي
Agroclimatology	علم وصف الصخور
Petrography	عمليات تكوين التربة
Soil Forming Process	عمليات جيولوجية
Geological Process	علميات خارجية
External Process	عمليات داخلية
Internal Process	عملية البدزلة
Podzolization	عملية التحول
Transformation	عملية التصلب
Hardness	عملية الغدق
Gleization	عملية الغسيل

Leaching	عملية القلونة
Alkalinizotion	عملية تراكم الجبر الثانوي
Calcification	عملية تكون الأكاسيد الحديدية
Laterization	عملية تكون الدبال
Humification	عملية تكون مادة عضوية
Argillification	عملية هجرة الطين
Elements of symmetry	عملية تماثل
Polymer Elements	عناصر مضاعفة الأصل
	(غ)
V. Dust	غبار بركاني
Vegetation	غطاء نباتي
Biosphere	غلاف حيوي
Lithosphere	غلاف صخري
	(ف)
Horst F.	فالق بارز
Garben F.	فالق حوضي
Step Fault	فالق سلمي
Normal Fault	فالق عادي
Vertical F.	فالق عمودي
Strike (slip) Fault	فالق مضربي (انزلاقي)
Thrust fault	فالق معكوس
Faylite	فايلايت

Regolith	فتات صخري
Coal	فحم
Cavity	فراغ – فجوة
Crystal systems	فصائل بلورية
Feldspar	فلدسبار
Felsite	فلسايت
Felsic	فلسيك
Flysch	فلش
Tension joints	فواصل الشد
Compression joints	فواصل الكبس
Mud cracks	فواصل أو شقوق
Forstrite	فورسيترايت
Vermiculite	فيرمكلايت
Fiorde	فيوردس
	(ق)
Gabro	قابرو
Magnetic	قابلية الجذب بالمغناطيس
Garnet	قارنيت
Dome	قبه
Piedmont	قدم الجبل
Granoblastic	قرانوبلاستيك
Granodirite	قرانوديورات

Grywak	قريووك
Earth crust	قشرة أرضية
Continental crust	قشرة قارية
Barrier Beach	قضة حجازية
Syncline	قعائر
V. Bomb	قنابل بركانية
Texture	قوام (نسجة)
Goethite	قيوثايت
	(ك)
Molroorganizm	كائنات حية لامجهرية
Microorganism	كائنات حية مجهرية
Karst	كارست
Calcite	كالسايت
Cambrian	كامبريان
kaolinite	كاولينايت
kynite	كاينايت
Sulphates	كبريتات
Volcanic Block	كتل بركانية
Erratic block	كتل شاذة
Longitudinal duns	كثبانات اشطالية
Sad duns	كثبانات رملية
Barchan duns	كثبانات هلالية

Carbonation	كربنة
Carboniferous	كربوني
Curnalite	كرنلايت
Cretaceous	كريتاسانس
Crysto bolite	كريستويو لايت
Joints	كسور / فواصل
Chlorits	كلورايت
Conglomerate	كنقلوميرات
Quartz	كوارتز
	(ل)
Lopolith	لابولايث
Lacolith	لاكولايث
Core	لب
Lignite	لقنايت
Lapilli	لوبيات
Lithology	ليثالوجي
Limonite	ليمونايت
Leucite	ليوسايت معادن فلسبار
Leucratic	ليوكراتيك
	(م)
Soil Parent Material	مادة الأصل للتربة
Marcsite	ماركسايت

Marl	مارل
Magnetite	ماقنيتايت
Stratified	متطابقة
Crystal axes	محاور بلورية
Symmetrical axes	محاور تماثل
Symitry axes	محور التماثل
Streak	مخدش
Striped	مخربش
Taste	مذاق
Alluvial fans	مراوح نهرية
Throw of fault	مرمى الفالق
Quartzite	مرو
Porocity	مسامية
Symitry plane	مستوى التماثل
Strike of faults	مضرب الفالق
Folded	مضغوط
Pattern	مظهر
Minerals	معادن
Evaporate Minerals	معادن التبخر
Secondary Minerals	معادن ثانوية
Clay Minerals	معادن طينية
Orthorhombic	معيني

Pedon	مقد التربة
Magnessite	مقنيزايت
Fracture	مكسر
Cubic	مكعب
Transported	منقول
Muscovite	موسكوفايت
Montmorillonite	مونتمورالونايت
Meisozoic	ميزوزيك: الحقب الثاني – حقب الحياة الوسطى.
Mafic	ميفيك: (أي معادن أو صخور لونها قاتم).
Mechanical	ميكانيكي: (أي أثر أو عملية ذات تأثير فيزيائي).
Mirclorine	ميكروكلاين
Dip of fault	ميل الفالق
Melanocratic	ميلانوكراتيك: (أي صخور أو معادن قاتمة).
Miocene	ميوسين: حقب متوسط الحداثة
	(ن)
Nacrite	ناكرايت
Gneiss	نايس: (صخور متحول بالضغط والحرارة)
Ionic radius	نصف القطر الأيوني

Isocline Structure F.	نظام طبقات متشابهة عديدة
Anticlinorium	نظام طبقات محدبة
Synclinorium	نظام حدبات مقعرة
Permeability	نفاذية
Looseness	نقتت – تكسر
Transportation	نقل
Nosean	نوسيان
Nontronite	نونترونايت
Nepheline	نيفلاين
	(هـ)
Halite	هالايت
Halloysite	هالويسايت
Hydroxides	هايدروكسايدس
Octahydron	هرم ثماني الأوجه
Titrahydron	هرم رباعي الأوجه
Aeolion	هوائي
Stalagmite	هوابط
Hormite	هورمايت
Hornblend	هورنبلند
Hornfels	هورنفلس: (صخور متحولة بالحرارة).
Holocrystaline	هولوكرستلاين: (قوام صخري

	كامل التبلور).
Hectorite	هيكتوريات
Hematite	هيمنايت
	(و)
Unit	وحدة
Unit cell	وحدة الخلية
Hanging valleys	وديان معلقة
Hybabyssal	وسيطة: (صخور نارية تتكون بين السطحية و الجوفية).
Mantle	وشاح
Surficial Mantle reg.	وشاح حطامي سطحي
Walframit	ولفرمايت
	(ي)
Nervtic	يميه / مناطق
Spring	ينبوع ينابيع

ملحق (2)

قاموس المصطلحات الجيولوجية

انجليزي – عربي

إنجليزي	عربي
(A)	
Ablasion	سحج
Abrasion	بري
Absorption	امتصاص
Accumulation	تراكم
Accurane	ظهور
Acicular	إبري
Acid – Ization	أحماض – حموضة
Actionolite	اكتينولايت
Adsorption	امتزاز – ادمصاص
Aeolion	هوائي
Aggregation	تجمع
Aggression	طغيان
Aglomerate	أقلوميرات
Agroclimatology	علم وصف الصخور
Albite	البايت
Alkali Plagioclase	بلاجيوكلاس صودي

Alkalinizotion	عملية تراكم الجبر الثانوي
Allophone	الوفين
Allotriomorphic crystal	بلورات لا وجيهة
Alluvial Fans	انهيال بالجاذبية
Alluvial Fans	سهل فيضي
Alluvial fans	مراوح نهرية
Alogeniclly	تكوين مجلوب
Alteration	تعاقب
Amphipoles	امفيبولز
Analysis	تحليل كيميائي
Anatase	أناتاس
Andalusite	أندولوسايت
Andepts	أنديبت
Andesit trachyte	أنديزايت
Andesite	أنديسايت
Andyrite	انهدرايت
Ankerite	انكيرايت
Anorthite	أنورثايت
Anorthite andsine	أنورثايت أنديساين
Anthracite	إنثراسايت
Anticline Assymetrical F.	طية محدبة غير متماثلة
Anticline Symetrical F.	طية محدبة متماثلة

Anticlinorium	نظام طبقات محدبة
Apatite	أباتايت
Apparent Displacement	إزاحة ظاهرية
Aragonite	أراقونايت
Argillification	عملية هجرة الطين
Argillite	أرجليت / صلصال
Arkos	أركوس
Attapulgite	أتابولفايت
Authigenicly	تكوين محلي
(B)	
Barchan duns	كثبانات هلالية
Barite	باريت
Barrier	حاجز
Barrier Beach	قضة حجازية
Basalt	بازلت
Basin (graben) fold	طية حوضية
Batholith	باثولايت
Bay	خليج
Beach	بيش / ساحل رملي
Beach	ساحل / بلاج
Beach drifting	انجراف سيفي
Bedalite	بيدالايت

Bedding	تطبق متدرج
Belt	حزام
Biofactor	عامل الأحياء
Biological	حبوبي – بلوجي
Biological w.	حيوية
Biological weathering	تجوية حيوية
Biosphere	غلاف حيوي
Biotite	أوقايت
Biotite	بيوتايت
Bitumenous coal	الفحم القطراني
Boulders	جلاميد
Breccia	بريشيا
Brotonic bridys	جسور بردنوفية
(C)	
Cainozoic	سيانوزيك
Calci Plagioclase	بلاجيوكلاس كلسي
Calcification	عملية تكون الأكاسيد الحديدية
Calcite	كالسايت
Cambrian	كامبريان
Carbonation	كربنة
Carboniferous	كربوني
Cavity	فراغ – فجوة

Channel erosion	تعرية قناتية
Characteristics	خصائص
Chemical Bonds	روابط كيميائية
Chemical Composition	التركيب الكيميائي
Chemical rearrangement	إعادة الترتيب الكيميائي
Chemical W.	تجوية كيميائي
Chert	شرت
Chilling	تبريد مفاجئ
Chlorits	كلورايت
Chronofactor	عامل الزمن
Classification	تصنيف
Clay	طين
Clay Minerals	معادن طينية
Clay stone	حجر طيني
Cleavage	التشقق / الانفصام
Climofactor	عامل المناخ
Coal	فحم
Coarse	خشن
Collapse	انهيار
Colluvial	رسوبيات انهيالية
Columnar structure	بنية عمادية
Compression joints	فواصل الكبس

Conformity	توافق
Conglomerate	كنقلوميرات
Continental	انزلاق قاري
Continental Accurance	بناء القارات
Continental crust	قشرة قارية
Continental drift	التزحزح القاري
Continental drift	رصيف قاري
Contraction	تقلص
Contrast	تداخل الألوان
Convalent bond	رابطة تساهمية
Convection corrents	التيارات الحرارية الحاملة
Coordination Number	عدد التناسق
Core	لب
Corrosion	تآكل
Corrugation of beds	تغضن الطبقات
Crater lake	بحيرة لفوهة بركان
Crenulations	تجاعيد
Cretaceous	كريتاسانس
Crystal	بلورة
Crystal axes	محاور بلورية
Crystal Indices	إحداثيات البلورية
Crystal systems	فصائل بلورية

Crystallization	تبلور
Crystallography	علم البلورات
Crystallography	علم الصخور
Crystals	بلورات
Crysto bolite	كريستوبولايت
Cubic	مكعب
Curnalite	كرنلايت
(D)	
Deactivation	إخماد
Debris	حطام
Decomposition	تحلل عضوي
Deflation	تذرية
Deformation	تشوه وتغيير في الشكل ميكانيكياً
Dehydroxlation	إزالة هيدروكسيدية
Delluvial deposition	رسوبيات جليدية
Demineralization	إزالة المعدنيات
Denudation	تعرية / انجراف
Denudation	سيح
Deposition	ترسيب
Desertification	تصحر
Devotion	ديفوناين: (النظام الخامس

	لحقب الحياة القديمة)
Dikes	دايك
Dioctohydral	ثنائي الأكتاهيدرا
Dip of fault	ميل الفالق
Disintegration	تفتت
Distributaries	أفرع النهر
Dolerite	دوليرايت
Dolomite	دولومايت
Dome	قبه
Dome (horst) fold	طية قبية
Double layer	الطبقة المزدوجة
Down throw side	الحائط الهابط
Drumlin	دروملاين
Dunite	دونايت
Dynamic	ديناميك : (أي تأثير بالضغط الديناميكي)
Dynamic rocks	صخور ضغط
Dynamo – thermal	صخور ضغط حراري
(E)	
Earth crust	قشرة أرضية
Earth pillars	أعمدة أرضية
Earthquake	زلازل

Earthy	أرضي
Earthy	ترابي
Ecoulement	انزلاق صخري تكتوني
Elements of symmetry	عملية تماثل
Emulsicification	استحلاب
Enrichment	إثراء
Eocene	إيوسين
Epeirogeny	بناء القارات
Epidote	إبيدوت
Erosion	تحات / تعرية
Erosion	تعرية
Erosion cycle	دورة التحات
Erosional surface	سطح حصوي مصقول بالرياح
Erratic block	كتل شاذة
Evaporate Minerals	معادن التبخر
Exploration	استكشاف
External	خارجي
External Process	عمليات داخلية
Extrusive rocks	صخور خارجية
(F)	
Fast tectonic Process	العمليات التكتونية السريعة

Fault	أخدود
Fault	صدع
Fault Breccia	بريشه بركانية
Fault plain	سطح الفالق
Faulting / Facturing	تصدع
Faults	الصدوع – الفوالق
Faylite	فايلايت
Features	صور – ظواهر
Feldspar	الفلسبار القلوي
Feldspar	فلدسبار
Feldspartholds	أشباه الفلسبار
Felsic	فلسيك
Felsite	فلسايت
Fiorde	فيوردس
Fire Clay	طين محروق
Flow	تدفق
Fluidization	إماعة
Fluvents	ترب رسوبية حديثة
Flysch	فلش
Folded	مضغوط
Folds	طيات
Formation	تكوين

Forstrite	فورسيترايت
Fossils	حفريات
Fractionation	تجزئة
Fracture	مكسر
(G)	
Gabro	قابرو
Garben F.	فالق حوضي
Garnet	قارنيت
Genetic Soil	تربة وراثية
Geological map	خريطة جيولوجية
Geological Process	علميات خارجية
Gibbsite	جيبيسايت
Glacial	جليدي
Glacial erosion	تعرية جليدية
Gleization	عملية الغسيل
Gneiss	نـــايس: (صـــخور متحـــول بالضغط والحرارة)
Goethite	قيوثايت
Graded Beddings	تطبق متدرج
Grain	حبيبة
Granite	جرانايت
Granoblastic	قرانوبلاستيك

Granodirite	قرانوديورات
Granuliation	تحبب
Gravitational gliding	انزلاق بالجاذبية
Grite	جريت
Ground Morin	ركامات جليدية سفلية
Grywak	قريووك
Gully	أخدودي
Gully erosion	تعرية أخدودية
Gypsum	جبس
(H)	
Halite	هالايت
Halloysite	هالويسايت
Hanging valleys	وديان معلقة
Hanging wall	الحائط المعلق
Hardness	الصلادة / الصلابة
Hardness	عملية الغدق
Hectorite	هيكتوريات
Hematite	هيمنايت
Heterogeneous	تباين
Hexagonal	السداسي
Holocrystaline	هولوكرستلاين: (قوام صخري كامل التبلور).

Hormite	هورمايت
Hornblend	هورنبلند
Hornfels	هورنفلس: (صخور متحولة بالخرارة).
Horst F.	فالق بارز
Humic Acids	أحماض دبالية
Humification	عملية تكون مادة عضوية
Humus	دبال
Hybabyssal	وسيطة: (صخور نارية تتكون بين السطحية والجوفية).
Hydration	تميؤ
Hydration Energy	طاقة التميؤ
Hydration Energy	علم التربة
Hydrogen bond	رابطة هيدروجينية
Hydrolysis	تحليل
Hydroxides	أكاسيد مائية
Hydroxides	هايدروكسايدس
Hydroxylation	تحلل الماء
(I)	
Igneous rocks	صخور نارية
Ilite	اللايت
Ilmenite	المنايت

Induration / hardness	تصلب
Inorganic Limestone	حجر جيري غير عضوي
Interaction affect	تأثر بيني
Interbedding	اكتناف طبقي
Intercrystallization	تبلور بيني
Interlayer space	الفراغ الموجود بين طبقـــات المعادن
Internal Process	عملية البدزلة
Intrusive	صخور داخلية
Ionic bond	رابطة أيونية
Ionic radius	نصف القطر الأيوني
Isoclinal Obligue F.	طية متشابهة مائلة
Isoclinal Straight fol.	طية متشابهة قائمة
Isocline Structure F.	نظام طبقات متشابهة عديدة
Isomorphons Substitution	إحلال متماثل
Isomorphoun	تماثل في التبلور
Isomorphous cry.	بلورات متشاكلة
(J)	
Jarusite	جاروسايت
Jointing	تفصل
Joints	كسور / فواصل
kaolinite	كاولينايت

Karst	كارست
kynite	كاينايت
Lacolith	لاكولايث
Lagoon	بحيرة شاطئية
Lamine	رقائق
Land sliding	انزلاق
Land up – Lift	ارتفاع الأرض
Lands	أراضي
Landsliding	انهيال أرضي
Lapilli	لوبيات
Lateral Morin	ركامات جليدية جانبية
Laterization	عملية تكون الدبال
Layers	طبقات
Leaching	عملية القلونة
Leucite	ليوسايت معادن فلسبار
Leucratic	ليوكراتيك
Lignite	لقنايت
Limb	جناح
Limonite	ليمونايت
Line of dip	خط الميل
Liquification	إسالة
Lithic Contact	حـــد الانفـــصال الـــصخري

	الصلب
Lithological map	خارطة السحمة الليثولوجية
Lithology	ليثالوجي
Lithosphere	غلاف صخري
Loess	طيس
Longitudinal duns	كثبانات اشطالية
Looseness	تفتت
Looseness	نقتت – تكسر
Lopolith	لابو لايث
Luster	بريق
(M)	
Mafic	ميفيك: (أي معادن أو صخور لونها قاتم).
Magnessite	مقنيزايت
Magnetic	قابلية الجذب بالمغناطيس
Magnetite	ماقنيتايت
Mantle	وشاح
Marble	رخام
Marcsite	ماركسايت
Marine	بحري
Marl	مارل
Matrix	المادة الأصلية

Mechanical	ميكانيكي: (أي أثر أو عمليـــة ذات تأثير فيزيائي).
Mechanical erosion	تعرية ميكانيكية
Mechanical W.	تجوية ميكانيكية
Median Morin	ركامات جليدية وسطى
Meisozoic	ميزوزيك: الحقــب الثــاني – حقب الحياة الوسطى.
Melanocratic	ميلانوكراتيك: (أي صخور أو معادن قاتمة).
Metal failure	إخفاق فلزي
Metallic bond	رابطة فلزية
Metamorphic rocks	صخور متحولة
Metamorphism	تحول في التكوين
Microorganism	كائنات حية مجهرية
Mineral Enrichment	إثراء معدني
Mineralolds	أشباه المعادن
Minerals	معادن
Miocene	ميوسين: حقب متوسط الحداثة
Mirclorine	ميكروكلاين
Mobilization	إضافة تراكمية
Molroorganizm	كائنات حية لامجهرية
Monocline fold	طية أحادية الميل

Monoclinic	أحادي الميل
Monovalent	أحادي التكافؤ
Montmorillonite	مونتمورالونايت
Morine	جليدي
Morphological probertien	الخواص النشطة
Mosaic	تجميعي
Mount	جبال
Mud cracks	فواصل أو شقوق
Mud Stone	حجر خلبي
Mud volcanoes	براكين طينية
Muscovite	موسكوفايت
(N)	
Nacrite	ناكرايت
Nepheline	نيفلاين
Nervtic	يميه / مناطق
Nontronite	نونترونايت
Normal Fault	فالق عادي
Nosean	نوسيان
(O)	
Obcidion	أوبسيديون
Octahydron	هرم ثماني الأوجه
Oligocene	أوليقوسين

Oligoclase	أوليقوكلاس
Olivine	أولفين
Opal	أوبال
Ordovinean	أوردوفيسن
Ore	خام
Orogenesis	بناء الجبال
Orthoclas	ارثوكلاس
Orthoclas	أورثوكلاس
Orthorhombic	معيني
Over Thrust fold	طية مكسورة نائمة
Oxidation	أكسدة
(P)	
Paleozoic	باليوزويك
Paralithic Contact	حد الانفصال الهش
Pattern	مظهر
Peat	خث
Pedology	علم المناخ الزراعي
Pedon	مقد التربة
Pedrock	صخر الأديم
Pegmatite	بيقماتايت
Peridotite	بيردوتايت
Permeability	نفاذية

Permian	برميان
perphyritic	بورفوتيك
Petrography	عمليات تكوين التربة
Phyllosilicates	السليكات الصفائحية
Piedmont	قدم الجبل
Pigonite	بيجونايت
Pillow structure	بنية وسادية
Pilot test	اختبار تجريبي
Pinching of Stata	استدقاق
Plaeocene	بالفيوسين
Plagioclase	بلاجيوكليس
Plain	سهل
Playgorskite	باليقورسكايت
Pleistocene	بليوستوسين / الحقب الرابع
plinthite	بليثنايت
Pliocone	بليوسين
Plutonic rocks	صخور جوفية
Podzolization	عملية التحول
Polishing	حقلي – بري
Polishing	صقل / بري
Polymer Elements	عناصر مضاعفة الأصل
Porocity	مسامية

Precambrian	بريكمبريان
Predoment	سفح
Pumice	بومس
Pyrite	بايرايت
Pyroclastic	بيروكلاستيك
Pyroclastic cones	المخروطـــات البركانيـــة الحطامية
Pyrophyllite	بيروفايلايت
Pyroxene	بيروكسين
(Q)	
Quartz	كوارتز
Quartzite	مرو
(R)	
Rain – drow erosion	تعرية قطرة المطر
Reconstruction	إعادة التكوين
Recrystalization	إعادة التبلور
Recumbent Fold	طية متشابهة مضطجعة
Reduction	اختزال
Regolith	طبقـــة الوشـــاح (الأديـــم الصخري)
Regolith	فتات صخري
Regression	انحسار

Rehydration	إزالة الماء
Rehydroxlization	إزالة مجموعة الهيدروكسيل
Relief	تضاريس
Replacement	استبدال
Residual	رسيدول
Restoration	استعادة
Rhyolite	رهولايت
Riebectite	ربيكفايت
Rill erosion	تعرية المسيل
Ripple Marks	علامات النيم
Ripples	تموجات رملية
River Capture	أسر نهري
River Terracen	شرفات نهرية
Rock cycle	دورة صخرية
Rock forming Minerals	المعادن المكونة للصخور
Rocks	صخور
Runoff	سيح مطري
Rutile	روتايل
(S)	
Sabkha	سبخات
Sad duns	كثبانات رملية
Salt rocks	صخر ملحي

Sandstone	حجر رملي
Sanidine	سانيداين
Saponite	سابونايت
Saturation	تشبع
Secondary Minerals	معادن ثانوية
Sedimentary	رسوبية
Sedimentary rocks	صخور رسوبية
Sediments	ترسيبات
Sedrite	سيدرايت
Seils	سيول
Sepiolite	سيبولايت
Sepiolite	سيبولايت
Septal Furrown	أخاديد حاجزية
Sericite	سبري سايت
Serpentine	سربنتين
Sesert Pavement	أديم صحراوي
Shale	شيل
Sheet	صفائحي
Shiled volcanoes	براكين درعية
Shist	شست
Shores	شوطئ
Sial	سيال

Sianite	سيانايت
Siderite	سيديرايت
Silimnite	سيلمنايت
Sills	سلز
Silurian	سيلوريان
Slate	إردواز
Slow Contraction	انكماش بطيء
Slow tectonic Process	العمليات التكتونية البطيئة
Smectite	سمكتايت
Sodalite	سودولايت
Soil	تربة
Soil forming Factors	العوامل التكوينية للتربة
Soil forming Minerals	المعادن المكونة للتربة
Soil Forming Process	عمليات جيولوجية
Soil Horizon	أفق التربة
Soil Parent Material	المادة الأمية للترية
Soil Parent Material	مادة الأصل للتربة
Soil Slumping	تدهور التربة
Sole	باطن
Solifluxion	سيلان التربة
Solum	أديم التربة
Solution	ذوبان

Specific Gravity	الكثافة النوعية
Sphene	سفين
Spit deposition	رسوبيات الألسنة للخلجان
Splush	سطحية
Splush (sheet) erosion	تعرية سيحية
Spores	أبواغ
Spring	ينبوع ينابيع
Stability	استقرار
Stable equilibrium	اتزان مستقر
Stalactite	صواعد
Stalagmite	هوابط
Statistic bond	رابطة استاتسكية
Step Fault	فالق سلمي
Stevensite	ستينفنسايت
Stokes	جذوع
Stone	حجر
Stratification	تطبق
Stratified	متطابقة
Stratified volcanoes	براكين طبقية
Stratum	ستراتوم
Streak	مخدش
Stress	إجهاد

Strike (slip) Fault	فالق مضربي (انزلاقي)
Strike line	خط المضرب
Strike of faults	مضرب الفالق
Strike shift	إزاحة مظربية
Striped	مخربش
Structural Composition	التركيب البنائي
Structure	بناء
Subsoil	تحت التربة
Substitution	إحلال
Sulfate	سلفات
Sulphates	كبريتات
Sulphides	سولفايدس
Surficial Mantle reg.	وشاح حطامي سطحي
Swelling	انتفاخ
Swelling and Shrinking	التمدد والانكماش
Syenite	سيانايت
Symitry axes	محور التماثل
Symitry plane	مستوى التماثل
Symmetrical axes	محاور تماثل
Syncline	قعائر
Syncline Assymetrical F.	طية مقعرة غير متماثلة
Syncline Symetrical F.	طية مقعرة متماثلة

Synclinorium	نظام حدبات مقعرة
Synthesis	تخليق
(T)	
Taste	مذاق
Tectonic Mov.	حركة تكتونية
Tectonic movement	الحركة التكتونية
Tectosilicate	السليكات الإطارية
Tension joints	فواصل الشد
Terminal Morin	ركامات جليدية نهائية
Terrestrial	أرضي
Tertiary	ترتياري
Test	اختبار
Tetragonal	الرباعي متوازي مستطيلات
Tetrahydron	تتراهيدرون
Texture	قوام (نسجة)
Thermal	حراري
Thermal rocks	صخور حرارية
Throw of fault	مرمى الفالق
Thrust fault	فالق معكوس
Titrahydron	هرم رباعي الأوجه
Topofactor	عامل الطوبوغرافية
Torsion	التواء

Tourmaline	تورملاين
Trace of Fault	أثر صدع
Trachy – Basalt	بازلت تراكيتي
Transfer by solution	انتقال بالذوبان
Transformation	عملية التصلب
Translocation	إزاحة محلية
Transmuation	استحالة
Transparency	الشفافية – النفاذية
Transportation	نقل
Transported	منقول
Transported Soil	تربة منقولة
Tremolite	تريمولايت
Triassic	ترياسيك / النظام الثالث للحقب الثاني
Triclinic	ثلاثي الميل
Tridymite	تريديمايت معدن سليكات فاتح
Trigonal	ثلاثي
Trioctohydral	ثلاثي الأكتاهيدرا
Twining	إتام / توأمة
Twinning Displacement	إزاحة توأمية
(U)	
Unit	وحدة

Unit cell	وحدة الخلية
(V)	
V. Bomb	قنابل بركانية
V. Dust	غبار بركاني
V. Tuff	طف بركاني
Valency	تكافؤ
Vegetation	غطاء نباتي
Ventifacts	أديم صحراوي
Vermiculite	فيرمكلايت
Vertical F.	فالق عمودي
Volcanic	بركانية
Volcanic Block	كتل بركانية
Volcanic Breccia	بريشه صدعية
Volcanic glass	زجاج بركاني
Volcanic necks	أعناق بركانية
Volcanic pipe	أنبوب بركاني
Volcano	بركان
(W)	
Walframit	ولفرمايت
Wall Under	أسفل الحائط
Wallfriction	احتكاك جداري
Warp	انعطاف – حدب

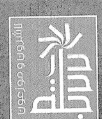
Water erosion	تعرية مائية
Water flood	إفاضة الماء
Wave height	ارتفاع الموجة
Weathering	التجوية
Weathering	تجوية
Welding	التحام
Wetness	رطوبة
Wind erosion	تعرية ريحية
Wind erosion	تعرية هوائية
(Z)	
zeolite	زيولايت
Zircon	زيركون

General

GEOLOGY



عمان - شارع الملك حسين - مجمع الفحيص التجاري
هاتف: ٤٦٥٧٥٥١ ٦ ٩٦٢ + - فاكس: ٤٦٥٧٥٥٢ ٦ ٩٦٢ +
ص.ب: ١٨٤٠٣٤ عمان ١١١١٨ الأردن
E-mail:daralmuotaz @yahoo.coom





عمان - شارع الملك حسين - مجمع الفحيص التجاري
تلفاكس: ٤٦٤٧٥٥٠ ٦ ٠٠٩٦٢ - خلوي: ٥٢٦٥٧٦٧ ٧٩ ٠٠٩٦٢
ص.ب: ٧١٢٧٧٣ عمان ١١١٧١ - الأردن
بغداد - شارع السعدون - عمارة فاطمة
تلفاكس: ٨١٧٠٧٩٢ ١ ٠٠٩٦٤
خلوي: ٠٠٩٦٤٧٥٠٤٦١٦٩٨٨ ٠٠٩٦٤ ٦٦٢٥٤٩٢٤٥
٠٠٩٦٤٧٩٠١٤٠٣٢٢٥ ٠٠٩٦٤٧٧٠٢١٥٢٧٥٥
E-mail: dardjlah@yahoo.com

